



IV. Opis programu studiów

4. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	B1-5-928
Nazwa przedmiotu	Mechanika budowli 2
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Structural mechanics 2
Obowiązuje od roku akademickiego	2019/2020

USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	budownictwo
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Zakres	-
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Mechaniki, Konstrukcji Metalowych i Metod Komputerowych
Koordynator przedmiotu	dr inż. Paulina Obara
Zatwierdził	Prof. dr hab. inż. Marek Iwański

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Przedmiot kierunkowy
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	Polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	Semestr V
Wymagania wstępne	-
Egzamin (TAK/NIE)	TAK
Liczba punktów ECTS	5

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	Inne
Liczba godzin w semestrze	15	30	15	15	

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Sym-bol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Zna podstawowe metody i zasady analizy statycznej, analizy stateczności i analizy dynamicznej konstrukcji prętowych.	B1_W07
Umiejętności	U01	Potrafi wyznaczać siły przekrojowe w konstrukcjach prętowych statycznie niewyznaczalnych za pomocą metody przemieszczeń. Potrafi wykorzystać nowoczesne urządzenia laboratoryjne do przeprowadzenia badań i rejestracji danych pomiarowych. Potrafi wyznaczyć poprzez doświadczenie siły przekrojowe oraz przemieszczenia. Potrafi określić charakterystyki geometryczno-wytrzymałościowe podstawowych przekrojów prętowych.	B1_U09
	U02	Potrafi wyznaczać krytyczne wartości parametru obciążenia i rysować ścieżki równowagi. Potrafi określić poprzez badania eksperymentalne obciążenie krytyczne metodą Southwella. Potrafi zinterpretować za pomocą badań doświadczalnych zjawisko zwichrzenia i wyboczenia sprężystego.	B1_U10
	U03	Potrafi wyznaczać częstotliwości drgań własnych konstrukcji przy dyskretnym rozkładzie masy. Potrafi poprzez badania eksperymentalne opisać drgania ramy stalowej.	B1_U11
Kompetencje społeczne	K01	Potrafi pracować samodzielnie.	B1_K01
	K02	Jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników.	B1_K02
	K02	Formułuje wnioski i opisuje wyniki prac własnych.	B1_K04

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	<p>1. Założenia mechaniki budowli. Porównanie metody sił i metody przemieszczeń. Różniczkowe równanie równowagi pręta obciążonego stałą siłą osiową. Teoria pierwszego i teoria drugiego rzędu. Wzory transformacyjne teorii I i II rzędu dla podstawowego elementu prętowego.</p> <p>2. Pojęcie stateczności ustroju. Obciążenie krytyczne dla pojedynczych prętów. Zastosowanie metody przemieszczeń do obliczania krytycznych wartości parametru obciążenia ustroju ramowego. Ścieżka równowagi. Symetryczna i antysymetryczna forma utraty stateczności.</p> <p>3. Podstawowe pojęcia dynamiki budowli. Liczba dynamicznych stopni swobody. Układy o jednym stopniu swobody – oscylator mechaniczny. Równanie ruchu swobodnego dla układów dyskretnych. Częstota drgań własnych. Wyznaczanie częstotliwości drgań własnych belek przy dyskretnym rozkładzie masy. Drgania wymuszone. Rezonans harmoniczny.</p> <p>4. Różniczkowe równanie równowagi dynamicznej pręta. Równanie amplitud drgań harmonicznym pręta. Wyznaczanie częstotliwości drgań własnych pręta. Wyznaczanie zależności pomiędzy częstotliwością drgań a siłą ściskającą w ramach ortogonalnych przy ciągłym rozkładzie masy.</p>
ćwiczenia	<p>1. Metoda przemieszczeń w zastosowaniu do statyki ram płaskich. Określanie stopnia geometrycznej niewyznaczalności. Równania równowagi węzłów i piętra. Macierz sztywności ustroju ramowego. Siły wyjściowe. Układ równań kanonicznych. Przykłady ram o ortogonalnej siatce prętów – wyznaczanie rozkładów sił przekrojowych od obciążeń statycznych.</p> <p>2. Zastosowanie metody przemieszczeń do obliczania krytycznych wartości parametru obciążenia ustroju ramowego. Ścieżka równowagi. Symetryczna i antysymetryczna forma utraty stateczności.</p>

	3. Wyznaczanie macierzy sztywności, macierzy podatności oraz częstości drgań własnych belek z masami skupionymi. Wyznaczanie zależności pomiędzy częstością drgań a siłą ściskającą w ramach ortogonalnych przy ciągłym rozkładzie masy.
laboratorium	<p>Ćw. nr 1. Charakterystyki geometryczne podstawowych przekrojów prętowych Wyznaczenie losowej geometrii kształtowników stalowych. Statystyczna analiza wyników pomiarów. Porównanie wymiarów nominalnych z losowymi wymiarami rzeczywistymi przekroju - ocena poprawności wykonania elementu próbnego zgodnie z odpowiednimi normami. Szacowanie losowych charakterystyk geometrycznych.</p> <p>Ćw. nr 2. Charakterystyki wytrzymałościowe podstawowych przekrojów prętowych Wyznaczenie twardości próbek metalowych metodami nieniszczącymi. Statystyczna analiza wyników doświadczalnych. Szacowanie własności mechanicznych metali na podstawie pomiaru twardości.</p> <p>Ćw. nr 3 Eksperymentalne badanie modułu Young'a Przygotowanie stanowiska do badań poprzez zamocowanie elementu próbnego i odpowiednie umieszczenie czujników pomiarowych oraz elementów obciążających. Sporządzenie tabeli wyników pomiarowych wartości przemieszczeń Określenie na podstawie wyników sztywności rodzaju materiału z jakiego wykonano badaną próbkę i obliczenie modułu Younga</p> <p>Ćw. nr 4 Badanie momentu zginającego Wyznaczenie momentu zginającego na podstawie pomiaru siły przy pomocy urządzenia pomiarowego dla rosnącego obciążenia. Badanie zależności obciążenie-moment zginający</p> <p>Ćw. nr 5. Badanie ugięcia wspornika i belki swobodnie podpartej Pomiar ugięcia belki wspornikowej i swobodnie podpartej, obciążonych wzrastającym obciążeniem skupionym. Porównanie wartości przemieszczeń dla trzech płaskowników o tych samych parametrach geometrycznych: stal, miedź, aluminium. Badanie wpływu rozstawu podpór na wartość przemieszczenia. Badanie zależności obciążenie – ugięcie, rozpiętość-ugięcie. Badanie linii wpływu wielkości kinematycznych.</p> <p>Ćw. nr 6. Analiza modalna ramy stalowej Zapoznanie studentów ze sprzętem laboratoryjnym i oprogramowaniem do badań. Omówienie toku przeprowadzania pomiaru, zasad działania akcelerometrów trójosiowych 356A16 z okablowaniem, czujnika jednoosiowego z okablowaniem, młotków modalnych. Przygotowanie ramy stalowej do badań poprzez prawidłowe umieszczenie czujników. Wzbudzenie konstrukcji do drgań za pomocą młotków modalnych Przeprowadzenie badań za pomocą mobilnego analizatora 12 kanałowego (wejścia V/ICP) LMS HW SW Siemens Industry. Ocena i opis drgań ramy stalowej za pomocą pakietu edukacyjnego oprogramowania LMS Test.Lab SW Siemens Industry Software.</p> <p>Ćw. nr 7. Zwichrzenie i wyboczenie sprężyste jednolitego pręta metalowego. Przygotowanie elementu próbnego. Przeprowadzenie eksperymentu na stanowisku do badania wyboczenia prętów. Przeprowadzenie eksperymentu na stanowisku do badania zwichrzenia prętów. Wyznaczenie obciążeń krytycznych metodą Southwella. Analityczne oszacowanie wartości obciążeń krytycznych. Porównanie wyników teoretycznych z doświadczalnymi.</p>
projekt	<p>1. Zastosowanie metody przemieszczeń do wyznaczania sił przekrojowych w ramach ortogonalnych.</p> <p>2. Zastosowanie metody przemieszczeń do obliczania krytycznych wartości parametru obciążenia ustroju ramowego. Wyznaczanie ścieżki równowagi.</p> <p>3. Wyznaczanie częstości drgań własnych dla układów dyskretnych – belki.</p>

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01		X	X	X		
U01		X	X	X	X	
U02		X	X	X	X	
U03		X	X	X	X	
K01		X	X	X	X	
K02		X	X	X	X	
K03				X	X	

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	egzamin	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej oceny dostatecznej z każdego z kolokwium, odbywających się w trakcie zajęć.
projekt	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej oceny dostatecznej z każdego projektu.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej oceny dostatecznej z każdego z kolokwium, odbywających się w trakcie zajęć.

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS							
L p.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15	30	15	15		h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	4	2	2	2		h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	85					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	3,4					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	40					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	1,6					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	43					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,7					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	150					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	5					

LITERATURA

1. Rakowski G. i inni: Mechanika budowli – ujęcie komputerowe t. I i II, Arkady, Warszawa, 1992.
2. Bogusz J.: Metoda przemieszczeń. Niewyznaczalne konstrukcje prętowe. Przykłady, Politechnika Krakowska, Kraków 2005.
3. Chmielewski T., Górski P., Kaleta B.: Zbiór zadań z mechaniki budowli. Metoda przemieszczeń i metoda elementów skończonych, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2002.
4. Nowacki W.: Mechanika budowli, PWN, Warszawa 1976.
5. Langer J.: Dynamika budowli, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1980.
6. Nowacki W.: Dynamika budowli, Arkady, Warszawa 1961.
7. Obara P.: Metoda przemieszczeń w analizie konstrukcji prętowych, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2011.
8. Chudzikiewicz A.: Statyka budowli, tom. 1 i 2, PWN, Warszawa 1973.
9. Dyląg Z., Krzemińska E., Filip F.: Mechanika budowli, tom I, PWN, 1989.
10. Radoń U.: Mechanika budowli, Metoda sił, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej. skrypt nr 410, Kielce 2005.
11. Radoń U.: Wykorzystanie zasady prac wirtualnych do obliczania przemieszczeń, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, skrypt nr 350, Kielce 2000.