

**WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa w języku polskim:</b>	<b>Dynamics</b>
<b>Nazwa w języku angielskim:</b>	<b>Dynamika</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>budownictwo</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Civil Engineering</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>I/ II stopień*, stacjonarna / <del>niestacjonarna*</del></b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany*</del></b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>CEB007962</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b><del>TAK</del> / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>15</b>		<b>15</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>60</b>		<b>30</b>		
Forma zaliczenia	Egzamin / <del>zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>		<b>1</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			<b>1,0</b>		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>0,7</b>		<b>0,6</b>		

\*niepotrzebne skreślić

\*\*wykład w formie lekcyjnej, studenci rozwiązują samodzielnie zadania

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Ma niezbędną wiedzę z wybranych działów matematyki i fizyki, w zakresie stanowiącym podstawę zagadnień dynamiki budowli.
2. Zna zasady analizy zagadnień statyki konstrukcji prętowych.
3. Ma niezbędną wiedzę z zakresu zagadnień wytrzymałości materiałów i projektowania konstrukcji.
4. Posiada wiedzę w zakresie podstawowych zagadnień dynamiki układów punktów i tarcz materialnych oraz odkształcalnych układów prętowych o jednym dynamicznym stopniu swobody.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Uzyskanie poszerzonej wiedzy na temat obciążeń dynamicznych i oceny drgań konstrukcji budowlanych.
- C2. Poznanie zasad analizy drgań własnych układów o wielu stopniach swobody (dyskretnych lub zdyskretyzowanych).
- C2. Poznanie zasad analizy drgań wymuszonych harmonicznymi w układach o wielu stopniach

swobody (dyskretnych lub zdyskretyzowanych).

C3. Uzyskanie podstawowej wiedzy w zakresie projektowania konstrukcji obciążonych dynamicznie.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 ma poszerzoną wiedzę na temat inżynierskich problemów dynamiki budowli  
 PEK\_W02 zna zasady analizy drgań własnych układów dyskretnych i zdyskretyzowanych konstrukcji prętowych  
 PEK\_W03 zna zasady analizy drgań wymuszonych harmonicznie, z wykorzystaniem metody bezpośredniej i metody transformacji własnej  
 PEK\_W04 posiada wiedzę w zakresie podstawowych typów wzbudzenia drgań konstrukcji budowlanych

#### Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 potrafi utworzyć dyskretny dynamiczny model obliczeniowy układu prętowego  
 PEK\_U02 formułuje metodą sił i metodą przemieszczeń równania ruchu dyskretnych układów prętowych  
 PEK\_U03 rozwiązuje zagadnienie własne dyskretnego układu dynamicznego  
 PEK\_U04 potrafi określić pełne dynamiczne obciążenie konstrukcji (obciążenie kinetyczne)  
 PEK\_U05 wyznacza obwiednie dynamicznych sił przekrojowych przy wymuszeniu harmonicznym  
 PEK\_U06 umie wyznaczyć ściśle rozwiązania równania ruchu układu o 1 dynamicznym stopniu swobody, w szczególnych przypadkach wymuszenia

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 ma świadomość konieczności samokształcenia w zakresie zagadnień dynamiki konstrukcji budowlanych  
 PEK\_K02 ma świadomość możliwości wystąpienia negatywnych skutków drgań projektowanych konstrukcji

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Cele, zakres i sposób ujęcia przedmiotu. Przegląd inżynierskich problemów dynamiki budowli. Dynamiczne stopnie swobody, współrzędne uogólnione. Ciągłe i dyskretny modele dynamiczne odkształcalnych ustrojów prętowych. Przykłady określania liczby dynamicznych stopni swobody dyskretnych układów prętowych, stopnia statycznej i geometrycznej niewyznaczalności. Pojęcie geometrycznej niewyznaczalności w sensie dynamicznym..	2
Wy2	Równania Lagrange'a II rodzaju. Układy współrzędnych i ich transformacja. Bilans energetyczny i macierzowe równanie ruchu układu dyskretnego. Więzy sprężyste w dyskretnych układach prętowych, definicja macierzy podatności i macierzy sztywności. Przykłady obliczania macierzy podatności w układach statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych.	2
Wy3	Przykłady obliczania macierzy sztywności w układach geometrycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych. Przykład formułowania równania ruchu układu dyskretnego: belkowa konstrukcja wsporcza pod silnik obrotowy. Przykłady wyznaczania macierzy bezwładności i wektora uogólnionych sił wzbudzających w dyskretnych układach prętowych.	2
Wy4	Zagadnienie własne układu dyskretnego. Przykład analizy drgań własnych belki swobodnie podpartej o trzech dynamicznych stopniach swobody, formy własne drgań. Drgania swobodne układu dyskretnego. Tłumienie drgań w konstrukcjach budowlanych. Modele tłumienia i obciążenie kinetyczne w układach dyskretnych.	2
Wy5	Metoda kinetostatyczna. Zasady projektowania konstrukcji obciążonych dynamicznie. Stan przemieszczenia i wyteżenia, pojęcie dynamicznych	2

	obwiedni sił przekrojowych. Drgania ustalone wymuszone harmonicznie w układach dyskretnych (metoda bezpośrednia). Przykład wyznaczania dynamicznych obwiedni sił przekrojowych dla układu prętowego z dyskretnym rozkładem masy.	
Wy6	Zasada ortogonalności drgań własnych, metoda transformacji własnej. Wymuszenie harmoniczne w układzie o jednym dynamicznym stopniu swobody. Zastosowanie metody transformacji własnej do analizy drgań ustalonych wymuszonych harmonicznie w układach dyskretnych. Dynamika bryły sztywnej na podłożu sprężystym.	2
Wy7	Zastosowanie metody transformacji własnej do analizy drgań harmonicznych bloku fundamentowego. Przypadki szczególne wzbudzenia w układzie o jednym dynamicznym stopniu swobody: wymuszenie bezwładnościowe, wymuszenie kinematyczne.	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1		
...		
	<b>Suma godzin</b>	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Elementy rachunku macierzowego i wektorowego	2
La2	Układy o jednym dynamicznym stopniu swobody	2
La3	Połączenie jawnych i niejawnych więzi sprężystych i tłumiących (szeregoe, równoległe i mieszane – mieszane)	2
La4	Superpozycja drgań. Dudnienie.	2
La5	Układy dyskretne – belki i ramy. Metoda sił i metoda przemieszczeń.	7
La6	Zagadnienie własne – częstości i formy własne. Drgania wymuszone harmonicznie.	
La7	Dynamiczne obwiednie sił przekrojowych.	
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
...		
	<b>Suma godzin</b>	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
...		
	<b>Suma godzin</b>	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1.	wykład tradycyjny
N2.	prezentacja multimedialna
N3.	przykłady rozwiązywania zadań z wykorzystaniem programów komputerowych

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia

(na koniec semestru)		
F (laboratorium)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_U04 PEK_U05 PEK_U06	Odpowiedzi ustne w czasie zajęć
P (wykład)	PEK_W01-PEK_W04 PEK_U01- PEK_U06 PEK_K01, PEK_K02	kolokwium pisemne – pytania z teorii i zadania

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Z. WÓJCICKI, J. GROSEL, Structural Dynamics, WUT (PRINTAP Łódź, Wrocław 2012, [http://www.studia.pwr.wroc.pl/materialy/526/civil\\_engineering.html](http://www.studia.pwr.wroc.pl/materialy/526/civil_engineering.html)
- [2] Teaching materials, [http://www.studies.pwr.wroc.pl/teaching\\_materials/448/civil\\_engineering.html](http://www.studies.pwr.wroc.pl/teaching_materials/448/civil_engineering.html)

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J. LANGER, Dynamika budowli, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław, 1980
- [2] T. CHMIELEWSKI, Z. ZEMBATY, Podstawy dynamiki budowli, ARKADY, Warszawa, 1998
- [3] M. KLASZTORNY, Mechanika. Statyka. Kinematyka. Dynamika., DWE, Wrocław 2000.
- [4] R. LEWANDOWSKI, Dynamika konstrukcji budowlanych, Wyd. Polit. Poznańskiej, Poznań 2006.
- [5] Z. OSIŃSKI, Tłumienie drgań, PWN, Warszawa, 1997.
- [6] S. KALISKI, Mechanika techniczna, drgania i fale, PWN, Warszawa, 1986.
- [7] R. GUTOWSKI, W.A. SWIETLICKI, Dynamika i drgania układów dynamicznych, PWN, Warszawa, 1986.
- [8] G. RAKOWSKI i in., Mechanika Budowli – ujęcie komputerowe, t.2, Arkady 1992.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ZAKŁAD, INSTYTUT, ADRES E-MAIL)**

dr hab. inż. Zbigniew Wójcicki, prof. PWr, Zakład Dynamiki Budowli,  
[zbigniew.wojcicki@pwr.wroc.pl](mailto:zbigniew.wojcicki@pwr.wroc.pl)

#### **CZŁONKOWIE ZESPOŁU DYDAKTYCZNEGO (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

dr inż. Jacek Grosej, K3, [jacek.grojel@pwr.wroc.pl](mailto:jacek.grojel@pwr.wroc.pl)

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Dynamics**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU *budownictwo*  
 I SPECJALNOŚCI **Civil Engineering**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
<b>Wiedza</b>				
<b>PEK_W01</b>	K2_W01, K2_W03, K2_W04, K2_W05, K2S_CEB_W22	C1, C4	Wy1 do Wy4,	N1-N3
<b>PEK_W02</b>	K2_W04, K2_W05	C2	Wy4,-Wy5	N1, N3, N4
<b>PEK_W03</b>	K2_W04, K2_W05	C3, C4	Wy6	N1, N3, N4
<b>PEK_W04</b>	K2_W04, K2_W05	C1	Wy7	N1
<b>Umiejętności</b>				
<b>PEK_U01</b>	K2_U03, K2_U06, K2_U07, K2_U16	C2, C3	La1	N1 do N3
<b>PEK_U02</b>	K2_U03, K2_U06	C2, C3	La2	N1 do N3
<b>PEK_U03</b>	K2_U03, K2_U06, K2_U07, K2_U09, K2S_CEB_U19	C2	La3	N1 do N3
<b>PEK_U04</b>	K2_U03, K2_U05, K2_U06	C1, C3	La4	N1 do N3
<b>PEK_U05</b>	K2_U03, K2_U05, K2_U06	C3	La5	N1 do N3
<b>PEK_U06</b>	K2_U03, K2_U06	C1	La6	N1 do N3
<b>Kompetencje społeczne</b>				
<b>PEK_K01</b>	K2_K01	C1, C4	Wy1 do Wy7 La1 do La7	N1 do N3
<b>PEK_K02</b>	K2_K02	C1, C4	Wy1 do Wy7 La1 do La7	N1 do N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej