

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Wytrzymałość materiałów 2
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Strength of materials 2
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>budownictwo</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):
Poziom i forma studiów:	I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu:	BDB000574
Grupa kursów:	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10	10	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	54		27	54	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin- / zaliczenie na ocenę*	Egzamin- / zaliczenie na ocenę*	Egzamin- / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1	2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1,0	2,0	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,9		0,4	0,5	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma wiedzę z zakresu Wytrzymałości Materiałów 1.
2. Ma wiedzę z zakresu podstaw statyki układów prętowych.
3. Ma wiedzę z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego umożliwiającą posługiwanie się zwyczajnymi, liniowymi równaniami różniczkowymi.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Wykształcenie umiejętności identyfikowania oraz analizy złożonych przypadków wytrzymałościowych występujących w prostych układach prętowych.
- C2. Wykształcenie umiejętności stosowania teorii pręta cienkościennego.

- C3. Rozumienie pojęcia stateczności elementów konstrukcyjnych oraz wykształcenie umiejętności wyznaczania sił krytycznych dla pojedynczych prętów prostych.
- C4. Rozumienie znaczenia oraz opanowanie umiejętności zastosowania hipotez wytrzymałościowych w procedurach wymiarowania elementów konstrukcji.
- C5. Rozumienie pojęć i twierdzeń związanych z energią sprężystą układów prętowych oraz wykształcenie umiejętności wykorzystania tych twierdzeń w zagadnieniach analizy układów prętowych.
- C6. Zapoznanie z podstawowymi metodami badań laboratoryjnych materiałów i konstrukcji oraz wykształceniem umiejętności wykorzystania wyników tych badań.
- C7. Wykształcenie umiejętności samodzielnego i zespołowego rozwiązywania zagadnień mechaniki materiałów oraz wykształcenie świadomości konieczności aktualizowania wiedzy z tego zakresu.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 Zna i rozumie czym są złożone przypadki wytrzymałościowe, w szczególności ścinania przy zginaniu, mimośrodowe rozciąganie, skręcanie nieswobodne zgodnie z teorią Własowa oraz utrata stateczności prętów prostych.
- PEU_W02 Zna i rozumie istotę i znaczenie hipotez wytrzymałościowych w zagadnieniach wymiarowania materiału i konstrukcji.
- PEU_W03 Zna pojęcie energii sprężystej oraz zna i rozumie istotę twierdzeń energetycznych w kontekście ich wykorzystania w zagadnieniach mechaniki prętów.

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 Potrafi identyfikować oraz analizować złożone przypadki wytrzymałościowe występujące w prostych układach prętowych.
- PEU_U02 Potrafi stosować hipotezy wytrzymałościowe przy wymiarowaniu materiału i prostych układów prętowych..
- PEU_U03 Potrafi stosować twierdzenia energetyczne do analizy prostych układów prętowych statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych.
- PEU_U04 Potrafi wykonać proste doświadczenia laboratoryjne na próbkach materiału oraz wykorzystać wyniki tych badań do określenia podstawowych parametrów mechanicznych badanego materiału.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU_K01 Ma świadomość konieczności systematycznego aktualizowania swojej wiedzy w zakresie mechaniki materiałów.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Ścinanie przy zginaniu. Naprężenia styczne w przekrojach: prostokątnym, nieprostokątnym symetrycznym, kołowym. Wyznaczanie rozkładu naprężeń stycznych. Naprężenia styczne w przekroju dwuteowym i ceowym. Rozkład naprężeń stycznych w środku i półkach. Środek zginania (ścinania). Belki złożone - blachownice. Siły rozwarstwiający w belkach złożonych.	2
Wy2	Mimośrodowe ściskanie i rozciąganie. Rozkład naprężeń w przekroju. Położenie osi obojętnej. Rdzeń przekroju. Metody wyznaczania rdzenia przekroju.	2
Wy3	Przekroje cienkościenne prętów wg. teorii Własowa. Współrzędna wycinkowa. Charakterystyki geometryczne przekroju cienkościennego.	2

Wy4	Równania modelu pręta wg. teorii Własowa. Siły wewnętrzne i naprężenia w przekroju cienkościennym. Równanie różniczkowe pręta skręcanego nieswobodnie.	2
Wy5	Układy Clapeyrona. Energia sprężysta pręta. Twierdzenie Castigliano. Wzór Maxwella-Mohra. Twierdzenie Menabrei. Twierdzenie o minimum energii potencjalnej.	2
Wy6	Twierdzenie Bettiego. Zastosowania twierdzeń do wyznaczania przemieszczeń i rozwiązywania układów statycznie niewyznaczalnych.	2
Wy7	Hipotezy wytrzymałościowe. Funkcja wyężenia materiału. Hipoteza największego naprężenia normalnego. Hipoteza największego wydłużenia jednostkowego. Hipoteza Coulomba. Hipoteza Hubera do oceny wyężenia materiału.	2
Wy8	Zastosowanie hipotez.	2
Wy9	Stateczność prętów prostych. Pojęcie stateczności pręta. Obciążenie krytyczne. Wyboczenie sprężyste - wzór Eulera. Wyboczenie niesprężyste. Wymiarowanie prętów ściskanych z uwzględnieniem wyboczenia.	2
Wy10	Nośność graniczna prostych układów prętowych. Pojęcie przegubu plastycznego. Wyznaczanie obciążenia granicznego metodą statyczną i kinematyczną.	2
	Suma godzin	20

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Przeszkolenie BHP. Omówienie zasad zaliczania. Podział na zespoły laboratoryjne. Omówienie poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych i rachunku błędów.	2
La2	Ćwiczenie 1: Rozciąganie próbki wykonanej z materiału o wyraźnej granicy plastyczności. Wyznaczenie granicy plastyczności. Pomiar wydłużenia próbki i obliczenie naprężeń niszczących.	2
La3	Ćwiczenie 2: Rozciąganie próbki wykonanej z materiału bez wyraźnej granicy plastyczności. Wyznaczenie umownej granicy sprężystości i plastyczności. Oszacowanie modułu Younga.	2
La4	Ćwiczenie 3: Wyznaczanie stałych materiałowych E i ν w materiale belki zginanej przy zastosowaniu tensometrów elektrooporowych.	2
La5	Ćwiczenie 4: Wyznaczanie modułu Kirchhoffa G , materiału pręta skręcanego o przekroju kołowym przy zastosowaniu tensometrów elektrooporowych.	2
	Suma godzin	10

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Wprowadzenie: Omówienie zakresu i formy ćwiczeń projektowych. Omówienie zasad zaliczania. Wydanie 6-ciu tematów zadań. Omówienie projektu nr 1 (zad. 1. Wyznaczenie wartości	2

	dopuszczalnego obciążenia z warunku wytrzymałościowego dla pręta zginanego ukośnie, zad.2. Wyznaczenie przemieszczeń belki zginanej ukośnie metodą obciążeń wtórnych)	
Pr2	C.d. omówienia projektu Nr 1 (zad. 3. Wyznaczenie naprężeń zredukowanych w belce zginanej), oraz omówienie projektu nr 2 (zad. 4. Wyznaczenie składowych stanu odkształcenia, transformacja składowych stanu odkształcenia przy obrocie układu współrzędnych, kierunki i wartości główne, prawo Hooke'a)	2
Pr3	C.d. omówienia projektu Nr 2 (zad.5. Wyznaczenie naprężeń w przekroju pręta cienkościennego, zad. 6. Wyznaczenie siły krytycznej i współczynnika długości wybozeniowej przy wykorzystaniu energetycznego kryterium Timoszenki)	2
Pr4	Zaliczenie	2
Pr5	Zaliczenie	2
	Suma godzin	10

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład tradycyjny.
N2.	Ćwiczenia projektowe tradycyjne – obejmujące przedstawienie sposobu wykonania ćwiczenia projektowego.
N3.	Ćwiczenia laboratoryjne – studenci są sprawdzani z przygotowania teoretycznego i praktycznego oraz wyznaczają doświadczalnie wielkości parametrów materiałowych, a następnie opracowują wyniki badań.
N4.	Konsultacje.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (projekt)	PEU_W01 ÷ PEU_W02, PEU_U01 ÷ PEU_U02, PEU_K01	wykonanie w sposób prawidłowy ćwiczeń projektowych, złożenie ich w formie pisemnej oraz napisanie kolokwium na ocenę pozytywną
P (laboratorium)	PEU_U01, PEU_U04, PEU_K01	zaliczenie na podstawie – przygotowania teoretycznego do wykonania ćwiczeń, – opracowania sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
P (wykład)	PEU_W01 ÷ PEU_W03, PEU_U01 ÷ PEU_U04, PEU_K01	egzamin

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Jastrzębski P., Mutermilch J., Orłowski W.: Wytrzymałość materiałów. Arkady, Warszawa 1985.
- [2] Gawęcki A.: Mechanika materiałów i konstrukcji prętowych. Wyd. Pol. Poznańskiej, Poznań 1998.
- [3] Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłoś Z.: Wytrzymałość materiałów. WNT, Warszawa 1996
- [4] Piechnik S.: Wytrzymałość materiałów dla wydziałów budowlanych. PWN, Warszawa-Kraków 1978.
- [5] Marcinowski J., Wójcik S.: Wytrzymałość materiałów w badaniach doświadczalnych. Doln. Wyd. Edukacyjne, Wrocław 2001.
- [6] Palczak G.A.: Wytrzymałość materiałów, ćwiczenia. Część I i II. Wyd. Pol. Wrocławskiej, Wrocław 1991, 1993 oraz wznowienie w roku 2010.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Misiak J.: Stateczność konstrukcji prętowych. PWN, Warszawa 1990.
- [2] Niezgodziński M.E., Niezgodziński T.: Wytrzymałość Materiałów. PWN, Warszawa 1998.

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

Ryszard Kutylowski, Katedra Mechaniki Budowli i Inżynierii Miejskiej,
ryszard.kutylowski@pwr.edu.pl

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

Kazimierz Myślecki, kazimierz.myslecki@pwr.edu.pl, Ryszard Kutylowski,
ryszard.kutylowski@pwr.edu.pl, Roman Szmigielski, roman.szmigielski@pwr.edu.pl, Grzegorz
Waśniewski, grzegorz.wasniewski@pwr.edu.pl, Andrzej Helowicz, andrzej.helowicz@pwr.edu.pl
Tomasz Kasprzak, tomasz.kasprzak@pwr.edu.pl, Dawid Prokopowicz,
dawid.prokopowicz@pwr.edu.pl, Marta Knawa-Hawryszków marta.knawa@pwr.edu.pl.

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW UCZENIA SIĘ DLA PRZEDMIOTU
Wytrzymałość materiałów 2
 Z EFEKTAMI UCZENIA SIĘ NA KIERUNKU *budownictwo*
 I SPECJALNOŚCI

Przedmiotowy efekt uczenia się	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów uczenia się zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
Wiedza				
PEU_W01	K1_W07, K1_W08	C1, C2, C3	Wy1 ÷ Wy4, Wy9 ÷ Wy10, Pr1 ÷ , Pr3	N1, N2, N4
PEU_W02	K1_W07, K1_W08	C4	Wy7, Wy8, Pr2	N1, N2, N4
PEU_W03	K1_W07, K1_W08	C5	Wy5, Wy6	N1, N4
Umiejętności				
PEU_U01	K1_U11, K1_U13, K1_U14	C1, C2, C3	Wy1 ÷ Wy4, Wy9 ÷ Wy10, Pr1 ÷ , Pr3	N1, N2, N4
PEU_U02	K1_U11, K1_U13	C4	Wy7, Wy8, Pr2	N1, N2, N4
PEU_U03	K1_U11, K1_U13	C5	Wy5, Wy6	N1, N4
PEU_U04	K1_U10	C6	La1 ÷ La5	N3, N4
Kompetencje społeczne				
PEU_K01	K1_K06	C7	Wy1 ÷ Wy10 Pr1 ÷ Pr5, La1 ÷ La5	N1, N2, N3

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów uczenia się

*** - z tabeli powyżej