

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: Wytrzymałość materiałów 2
 Nazwa w języku angielskim: Strength of materials 2
 Kierunek studiów (jeśli dotyczy): *budownictwo*
 Specjalność (jeśli dotyczy):
 Stopień studiów i forma: I / ~~II~~ stopień*, stacjonarna / ~~niestacjonarna~~*
 Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~*
 Kod przedmiotu: ILB002314
 Grupa kursów: ~~TAK~~ / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
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 kontaktu (BK)	1,2		0,5	0,6	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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

<p>wytrzymałościowych w procedurach wymiarowania elementów konstrukcji.</p> <p>C5. Rozumienie pojęć i twierdzeń związanych z energią sprężystą układów prętowych oraz wykształcenie umiejętności wykorzystania tych twierdzeń w zagadnieniach analizy układów prętowych.</p> <p>C6. Zapoznanie z podstawowymi metodami badań laboratoryjnych materiałów i konstrukcji oraz wykształcenie umiejętności wykorzystania wyników tych badań.</p> <p>C7. Wykształcenie umiejętności samodzielnego i zespołowego rozwiązywania zagadnień mechaniki materiałów oraz wykształcenie świadomości konieczności aktualizowania wiedzy z tego zakresu.</p>
--

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA	
Z zakresu wiedzy:	
PEK_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.
PEK_W02	Zna i rozumie istotę i znaczenie hipotez wytrzymałościowych w zagadnieniach wymiarowania materiału i konstrukcji.
PEK_W03	Zna pojęcie energii sprężystej oraz zna i rozumie istotę twierdzeń energetycznych w kontekście ich wykorzystania w zagadnieniach mechaniki prętów.
Z zakresu umiejętności:	
PEK_U01	Potrafi identyfikować oraz analizować złożone przypadki wytrzymałościowe występujące w prostych układach prętowych.
PEK_U02	Potrafi stosować hipotezy wytrzymałościowe przy wymiarowaniu materiału i prostych układów prętowych.
PEK_U03	Potrafi stosować twierdzenia energetyczne do analizy prostych układów prętowych statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych.
PEK_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:	
PEK_K01	Ma świadomość konieczności systematycznego aktualizowania swojej wiedzy w zakresie mechaniki materiałów.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Ścinanie przy zginaniu. Model pręta zginanego z uwzględnieniem wpływu siły poprzecznej. Wyznaczanie rozkładu naprężeń stycznych w przekrojach prostokątnym, nieprostokątnym symetrycznym i kołowym.	2
Wy2	Naprężenia styczne w przekroju dwuteowym i ceowym. Rozkład naprężeń stycznych w środku i półkach przekrojów. Środek zginania (ścinania). Belki złożone - blachownice. Siły rozwarstwiające w belkach złożonych.	2
Wy3	Mimośrodowe ściskanie i rozciąganie. Rozkład naprężeń w przekroju pręta. Położenie osi obojętnej.	2
Wy4	Pojęcie rdzenia przekroju. Metody wyznaczania rdzenia przekroju.	2
Wy5	Pręty o przekroju cienkościennym. Model pręta wg. teorii Własowa. Założenia modelu. Charakterystyki geometryczne przekroju cienkościennego.	2
Wy6	Równania modelu pręta wg. teorii Własowa. Siły wewnętrzne i naprężenia w przekroju cienkościennym. Równanie różniczkowe pręta skręcanego nieswobodnie.	2

Wy7	Analiza prętów o przekroju cienkościennym – przykłady liczbowe.	2
Wy8	Układy Clapeyrona. Energia sprężysta pręta. Twierdzenie Castigliano. Zastosowanie twierdzenia do wyznaczania przemieszczeń układów prętowych wraz z przykładami liczbowymi.	2
Wy9	Wzór Maxwella-Mohra. Twierdzenie Menabrei. Twierdzenie o minimum energii potencjalnej.	2
Wy10	Twierdzenie Bettiego. Zastosowania twierdzeń energetycznych do rozwiązywania układów statycznie niewyznaczalnych.	2
Wy11	Hipotezy wytrzymałościowe. Funkcja wyężenia materiału. Hipoteza największego naprężenia normalnego. Hipoteza największego wydłużenia jednostkowego.	2
Wy12	Hipoteza Coulomba. Hipoteza Hubera. Zastosowanie hipotez do oceny wyężenia materiału.	2
Wy13	Stateczność prętów prostych. Pojęcie stateczności pręta. Obciążenie krytyczne. Wyboczenie sprężyste - wzór Eulera.	2
Wy14	Wyboczenie niesprężyste. Wymiarowanie prętów ściskanych z uwzględnieniem wyboczenia.	2
Wy15	Nośność graniczna prostych układów prętowych. Pojęcie przegubu plastycznego. Wyznaczanie obciążenia granicznego metodą statyczną i kinematyczną.	2
	Suma godzin	30

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

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie: Przeszkolenie BHP. Omówienie zasad zaliczania. Podział na zespoły laboratoryjne. Ustalenie harmonogramu zajęć laboratoryjnych.	1
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: Wyznaczenie modułu Younga dla materiału belki zginanej wykorzystując pomiar ugięcia belki.	2
La5	Ćwiczenie 4: Wyznaczanie stałych materiałowych E i ν materiału belki zginanej przy zastosowaniu tensometrów elektrooporowych.	2
La6	Ćwiczenie 5: Wyznaczanie modułu Kirchhoffa G , materiału pręta skręcanego o przekroju kołowym przy zastosowaniu tensometrów elektrooporowych.	2
La7	Ćwiczenie 6: Badania elastooptyczne materiału. Wyznaczanie elastooptycznej stałej materiałowej.	2
La8	Podsumowanie. Końcowa weryfikacja sprawozdań. Zaliczanie kursu.	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Wprowadzenie: Omówienie zakresu i formy ćwiczeń projektowych. Omówienie zasad zaliczania. Wydanie 6-ciu tematów zadań.	1
Pr2	Omówienie zadania 1: Wyznaczenie obciążenia dopuszczalnego belki zginanej ukośnie dla zadanych parametrów wytrzymałościowych materiału. Przykładowe zadania związane z tematem ćwiczenia.	2
Pr3	Omówienie zadania 2: Wyznaczenie przemieszczeń belki zginanej ukośnie metodą obciążeń wtórnych. Przykładowe zadania związane z tematem ćwiczenia.	2
Pr4	Omówienie zadania 3: Rozkład naprężeń normalnych i stycznych w belce zginanej, hipotezy wytrzymałościowe Omówienie zadania 4 – stan odkształcenia, transformacja składowych stanu odkształcenia przy obrocie układu współrzędnych, kierunki i wartości główne, prawo Hooke’a. Przykładowe zadania związane z tematem ćwiczenia.	2
Pr5	Omówienie zadania 5 – pręty cienkościenne, teoria Własowa; wyznaczanie charakterystyk geometrycznych, sił wewnętrznych, naprężeń. Przykładowe zadania związane z tematem ćwiczenia.	2
Pr6	Omówienie zadania 6 – stateczność prętów prostych, kryterium energetyczne Timoszenki. Przykładowe zadania związane z tematem ćwiczenia.	2
Pr7	Przyjmowanie sprawozdań z ćwiczeń projektowych. Konsultacje. Weryfikacja nabytych umiejętności w formie kolokwium.	2
Pr8	Przyjmowanie sprawozdań z ćwiczeń projektowych. Konsultacje. Weryfikacja nabytych umiejętności w formie kolokwium.	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Sel1		
...		
Suma godzin		

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład: tradycyjna forma wykładu.
N2.	Laboratorium: samodzielne wykonywanie przez studentów doświadczenia, wykorzystując właściwe urządzenia laboratoryjne; opracowanie wyników badań.
N3.	Ćwiczenie projektowe: omówienie jednego z ćwiczeń projektowych stanowiące klasę jednorodnych zadań z zakresu wytrzymałości materiałów; prezentacja rozwiązania kilku przykładów liczbowych zadań omawianej klasy; dyskusja wyników zadań.
N4.	Konsultacje.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (projekt)	PEK_U01 ÷ PEK_U03, PEK_K01	wykonanie ćwiczeń projektowych, złożenie sprawozdań oraz

		napisanie kolokwium na ocenę pozytywną
P (laboratorium)	PEK_U01, PEK_U4 PEK_K01	zaliczenie na podstawie – przygotowania teoretycznego do wykonania ćwiczeń, – opracowania sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
P (wykład)	PEK_W01 ÷ PEK_W03, PEK_U01 ÷ PEK_U04, PEK_K01	Egzamin

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>	
[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.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>	
[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, Zakład Wytrzymałości Materiałów, 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 , Jacek Oleńkiewicz, jacek.olenkiewicz@pwr.edu.pl , Dawid Prokopowicz, dawid.prokopowicz@pwr.edu.pl , Marta Knawa-Hawryszków marta.knawa@pwr.edu.pl .

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

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
Wiedza				
PEK_W01	K1_W07, K1_W08	C1, C2, C3	Wy1 ÷ Wy7, Wy13 ÷ Wy14, Pr1 ÷ Pr3, Pr5 ÷ Pr8	N1, N3, N4
PEK_W02	K1_W07, K1_W08	C4	Wy11, Wy12, Wy15, Pr1, Pr4, Pr5, Pr7, Pr8	N1, N3, N4
PEK_W03	K1_W07, K1_W08	C5	Wy8 ÷ Wy10, Pr6 ÷ Pr8	N1, N3, N4
Umiejętności				
PEK_U01	K1_U11, K1_U13, K1_U14	C1, C2, C3	Wy1 ÷ Wy7, Wy13 ÷ Wy14, Pr1 ÷ Pr3, Pr5 ÷ Pr8	N1, N3, N4
PEK_U02	K1_U11, K1_U13	C4	Wy11, Wy12, Wy15, Pr1, Pr4, Pr5, Pr7, Pr8	N1, N3, N4
PEK_U03	K1_U11, K1_U13	C5	Wy8 ÷ Wy10, Pr6 ÷ Pr8	N1, N3, N4
PEK_U04	K1_U10	C6	La1 ÷ La8	N2, N3
Kompetencje społeczne				
PEK_K01	K1_K06	C7	Wy1 ÷ Wy15 Pr1 ÷ Pr8	N1, N2, N3

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej