

**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:** BDB000574  
**Grupa kursów:** TAK / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>20</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>81</b>		<b>27</b>	<b>54</b>	
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	<b>3</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			<b>1,0</b>	<b>2,0</b>	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>0,9</b>		<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	

\*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 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 wykształcenie 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 KSZTAŁCENIA	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
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.
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
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.
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>	
PEK_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 rozwarstwiające 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
	<b>Suma godzin</b>	<b>20</b>

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

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 $\nu$ materiału 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
	<b>Suma godzin</b>	<b>10</b>

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 dopuszczalnego obciążenia z warunku wytrzymałościowego dla pręta zginanego ukośnie, zad.2. Wyznaczenie przemieszczeń belki zginanej ukośnie metodą obciążeń wtórnych)	2

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 wyboczeniowej przy wykorzystaniu energetycznego kryterium Timoszenki)	2
Pr4	Zaliczenie	2
Pr5	Zaliczenie	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>10</b>

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

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 KSZTAŁCENIA		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (projekt)	PEK_W01 ÷ PEK_W02, PEK_U01 ÷ PEK_U02, PEK_K01	wykonanie w sposób prawidłowy ćwiczeń projektowych, złożenie ich w formie pisemnej oraz napisanie kolokwium na ocenę pozytywną
P (laboratorium)	PEK_U01, PEK_U04, 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

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>	
[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.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>	
[1]	Misiak J.: Stateczność konstrukcji prętowych. PWN, Warszawa 1990.
[2]	Niezgodziński M.E., Niezgodziński T.: Wytrzymałość Materiałów. PWN, Warszawa 1998.

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ZAKŁAD, ADRES E-MAIL)</b>
Ryszard Kutylowski, Zakład Wytrzymałości Materiałów, ryszard.kutylowski@pwr.edu.pl
<b>CZŁONKOWIE ZESPOŁU DYDAKTYCZNEGO (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Kazimierz Myślecki, <a href="mailto:kazimierz.myslecki@pwr.edu.pl">kazimierz.myslecki@pwr.edu.pl</a> , Ryszard Kutylowski, ryszard.kutylowski@pwr.edu.pl, Roman Szmigielski, roman.szmigielski@pwr.edu.pl, Grzegorz Waśniewski, <a href="mailto:grzegorz.wasniewski@pwr.edu.pl">grzegorz.wasniewski@pwr.edu.pl</a> , Andrzej Helowicz, andrzej.helowicz@pwr.edu.pl, Tomasz Kasprzak, tomasz.kasprzak@pwr.edu.pl, Jacek Oleńkiewicz, jacek.olenkiewicz@pwr.edu.pl, Dawid Prokopowicz, <a href="mailto:dawid.prokopowicz@pwr.edu.pl">dawid.prokopowicz@pwr.edu.pl</a> , 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 (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
<b>Wiedza</b>				
<b>PEK_W01</b>	K1_W07, K1_W08	C1, C2, C3	Wy1 ÷ Wy4, Wy9 ÷ Wy10, Pr1 ÷ , Pr3	N1, N2, N4
<b>PEK_W02</b>	K1_W07, K1_W08	C4	Wy7, Wy8, Pr2	N1, N2, N4
<b>PEK_W03</b>	K1_W07, K1_W08	C5	Wy5, Wy6	N1, N4
<b>Umiejętności</b>				
<b>PEK_U01</b>	K1_U11, K1_U13, K1_U14	C1, C2, C3	Wy1 ÷ Wy4, Wy9 ÷ Wy10, Pr1 ÷ , Pr3	N1, N2, N4
<b>PEK_U02</b>	K1_U11, K1_U13	C4	Wy7, Wy8, Pr2	N1, N2, N4
<b>PEK_U03</b>	K1_U11, K1_U13	C5	Wy5, Wy6	N1, N4
<b>PEK_U04</b>	K1_U10	C6	La1 ÷ La5	N3, N4
<b>Kompetencje społeczne</b>				
<b>PEK_K01</b>	K1_K06	C7	Wy1 ÷ Wy10 Pr1 ÷ Pr5, La1 ÷ La5	N1, N2, N3

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

\*\*\* - z tabeli powyżej