

Wydział Mechaniczny PWR

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Wytrzymałość materiałów**

Nazwa w języku angielskim: **Strength of Materials**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Zarządzanie i Inżynieria Produkcji**

Poziom i forma studiów: **I stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **ZPM031018**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	2	1	1		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	30	60		
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	3	1	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.8	0.7	1.4		

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość matematyki wyższej.
2. Znajomość podstaw inżynierii materiałowej.
3. Znajomość mechaniki ciała sztywnego

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie podstaw i zakresu zastosowań mechaniki jednorodnych i niejednorodnych ciał odkształcalnych.
- C2. Nabycie umiejętności wyznaczania naprężeń i odkształceń
- C3. Nabycie umiejętności doświadczalnego wyznaczania mechanicznych własności materiałów i wykorzystywania ich do określania naprężeń dopuszczalnych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Zna podstawy analizy wektorowej i jej zastosowania w teorii ośrodka ciągłego

PEK\_W02 - Zna najważniejsze grupy równań mechaniki, opisujących ośrodki ciągłe: związki geometryczne, równania konstytutywne i równania równowagi.

PEK\_W03 - Zna najbardziej użyteczne hipotezy wytrzymałościowe i zakres ich stosowania oraz posiada wiedzę niezbędną do rozwiązywania klasycznych zadań z mechaniki.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi stosować równania analizy wektorowej do zagadnień wytrzymałości materiałów.

PEK\_U02 - Umie obliczyć naprężenie i przemieszczenie w pręcie o przekroju zwartym lub cienkościennym, obciążonym w sposób prosty lub złożony, a także w połączeniach rozłącznych i nierozłącznych.

PEK\_U03 - Potrafi zaprojektować pręt ściskany odporny na utratę stateczności

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi wyszukiwać informacje oraz jest zdolny do krytycznej analizy stanu wiedzy.

PEK\_K02 - Jest w stanie obiektywnie oceniać argumenty, racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu wytrzymałości materiałów.

PEK\_K03 - Przestrzega obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Podstawowe założenia i pojęcia. Podstawy doświadczalne.	2
Wy2	Rozciąganie i ściskanie. Zagadnienia statycznie wyznaczalne i niewyznaczalne. Układy prętów obciążone termicznie. Spiętrzenie naprężeń.	2
Wy3	Teoria stanu naprężenia. Koło Mohra dla płaskiego stanu naprężenia. Związki fizyczne dla przestrzennego stanu naprężenia	2
Wy4	Teoria stanu odkształcenia. Podstawy technicznych pomiarów odkształceń.	2
Wy5	Skręcanie prętów o przekroju kołowym.	2
Wy6	Skręcanie prętów o przekroju dowolnym. Skręcanie profili cienkościennych.	2
Wy7	Czyste ścinanie. Ścinanie techniczne. Obliczanie połączeń rozłącznych i nierozłącznych - przykłady obliczeń.	2
Wy8	Ogólny przypadek zginania belki. Zginanie proste. Belki o stałej wytrzymałości na zginanie.	2
Wy9	Zginanie ukośne. Zginanie z udziałem siły poprzecznej. Środek ścinania.	2
Wy10	Przemieszczenia w belkach. Metoda całkowania równania różniczkowego osi odkształconej belek.	2
Wy11	Wyboczenie prętów ściskanych.	2
Wy12	Zginanie z rozciąganiem lub ściskaniem. Rdzeń przekroju.	2
Wy13	Hipotezy wytrzymałościowe.	2

Wy14	Przypadki wytrzymałości złożonej.	2
Wy15	Zjawiska zmęczeniowe. Wstęp do mechaniki pękania.	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Układy statycznie wyznaczalne przy rozciąganiu i ściskaniu.	2
Ćw2	Układy statycznie niewyznaczalne przy rozciąganiu i ściskaniu. Układy prętowe obciążone termicznie.	2
Ćw3	Skręcanie prętów o przekroju kołowym.	2
Ćw4	Ścinanie czyste i techniczne. Obliczanie połączeń rozłącznych i nierozłącznych.	2
Ćw5	Zginanie - naprężenia normalne.	2
Ćw6	Linia ugięcia belek.	1
Ćw7	Wyboczenie prętów ściskanych.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe	2
		Suma: 15
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie.	1
Lab2	Badania własności mechanicznych metali. Próba rozciągania.	2
Lab3	Pomiary odkształceń w elementach konstrukcyjnych metodą elektrycznej tensometrii oporowej.	2
Lab4	Badania zmęczeniowe metali.	2
Lab5	Wytrzymałość złożona: wyężenie, weryfikacja hipotez - skręcanie ze zginaniem. Wyznaczanie modułu Kirchhoffa - próba czystego skręcania.	2
Lab6	Utrata stateczności prętów - wyboczenie. Próba ściskania.	2
Lab7	Zginanie proste i ukośne - badania modelowe.	2
Lab8	Zajęcia zaliczeniowe.	2
		Suma: 15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. ćwiczenia rachunkowe  
N3. eksperyment laboratoryjny

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	Egzamin
P = F1		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Ćwiczenia)		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01, PEK_U02,	Odpowiedzi ustne, kolokwium
P = F1		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01	Kartkówka (wejściówka), sprawozdanie z laboratorium
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Niezgodziński M. E., Niezgodziński T.: Wytrzymałość materiałów. PWN, Warszawa 1998. Niezgodziński M. E., Niezgodziński T.: Wzory, wykresy i tablice wytrzymałościowe. WNT, Warszawa 1996. Niezgodziński M. E., Niezgodziński T.: Zadania z wytrzymałości materiałów. WNT, Warszawa 1997. Neimitz A.: Mechanika pękania. PWN, Warszawa 1998. Dzikowski E. S.: Mechanizm pękania poślizgowego w aspekcie dekohezji sterowanej metali. Wyd. PWR., Wrocław 1990. Dzikowski E. S.: Physical concept of shear fracture mesomechanism and its applications. Central European Journal of Engineering, 2011, nr 1(3), s. 217-233. Dzikowski E. S.: Jak projektować, wytwarzać i eksploatować rury do bezpiecznej pracy pod ciśnieniem. Rudy i Metale, 2008, nr 11, s. 714-721.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Broek D.: Elementary engineering - fracture mechanics. Noordhoff Int. Publishing, Leyden, 1974. Ashby M. F.: Jones D. R.: Materiały inżynierskie. Własności i zastosowania. WNT, Warszawa 1995.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Robert Jasiński email: robert.jasinski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Wytrzymałość materiałów**

Name in English: **Strength of Materials**

Main field of study (if applicable): **Management and Manufacturing Engineering**

Level and form of studies: **I level, full-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **ZPM031018**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	2	1	1		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90	30	60		
Form of crediting	Examination	Crediting with grade	Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points	3	1	2		
including number of ECTS points for practical (P) classes		1	2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.8	0.7	1.4		

### PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of higher mathematics
2. Knowledge of the elements of material engineering
3. Knowledge of rigid body mechanics

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Understanding of the basics and applications of deformable body mechanics in homogeneous and heterogeneous bodies
- C2. Performing strength analysis of machine components and calculating stresses and strains
- C3. Students are able to experimentally determine the mechanical properties of materials and calculate permissible stresses

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### **I. Relating to knowledge:**

PEK\_W01 - Understanding of the basics of vector analysis and its application in continuum theory

PEK\_W02 - Students know the most important group of mechanics equations describing a continuum: geometric relationships,

constitutive equations and equilibrium equations

PEK\_W03 - Students know the most useful failure criteria and their application and possess the knowledge necessary to solve the classic tasks of mechanics

### **II. Relating to skills:**

PEK\_U01 - Students can use vector analysis in solving problems of strength of materials

PEK\_U02 - Students can calculate stress and displacement in prismatic or thin-walled rods, simply or complex loaded, as well as in detachable and non-detachable joints

PEK\_U03 - Students can design a rod under compression that is resistant to loss of stability

### **III. Relating to social competences:**

PEK\_K01 - Students can use vector analysis in solving problems of strength of materials

PEK\_K02 - Students able to objectively evaluate arguments, rationally explain and justify their own point of view using knowledge of strength of materials

PEK\_K03 - Students shall observe the rules and regulations of the academic community

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction. Basic assumptions and concepts. Experimental basics in Strength of Materials	2
Lec2	Tension and compression. Static and hyperstatic cases. Thermally stressed rods systems. Stress concentration	2
Lec3	Stress theory. Mohr's circle for a state of plane stress. Physical relationships in spatial stress	2
Lec4	Theory of strain. Engineering measurements of strain	2
Lec5	Torsion of circular shafts	2
Lec6	Torsion of shafts with arbitrary cross-section. Torsion of thin-walled members	2
Lec7	Pure shearing. Technical shearing. Calculation of detachable and non-detachable joints - examples	2
Lec8	General case of beam bending. Symmetrical bending. Beams with uniform bending strength	2
Lec9	Unsymmetrical bending. Bending with shear force. Shear centre	2
Lec10	Beam displacements. The differential equation for the elastic curve of a beam	2
Lec11	Buckling of rods under compression	2
Lec12	Combined loading: bending and tension or compression. Cross-section core	2
Lec13	Failure criteria	2

Lec14	Combined modes of loading - examples	2
Lec15	Fatigue of materials. Introduction to Fracture Mechanics	2
		Total hours: 30
Form of classes – Classes		Number of hours
CI1	Static rods systems under tension and compression	2
CI2	Hyperstatic cases under tension and compression. Thermally stressed rods systems	2
CI3	Torsion of circular shafts	2
CI4	Pure and technical shearing. Calculation of detachable and non-detachable joints	2
CI5	Bending - normal stresses	2
CI6	Deflection line of beams	1
CI7	Buckling of rods under compression	2
CI8	Written test	2
		Total hours: 15
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction	1
Lab2	Investigation of mechanical properties of metals. Tensile test	2
Lab3	Strain gauge analysis	2
Lab4	Determination of fatigue limit	2
Lab5	Combined loading - torsion and bending. Strength hypotheses testing - torsion and bending. Determination of Kirchhoff modulus - pure torsion test	2
Lab6	Loss of rod stability - buckling. Compression test	2
Lab7	Symmetrical and unsymmetrical bending - model tests	2
Lab8	Summary of laboratories and examination	2
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED	
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. calculation exercises N3. laboratory experiment	



EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	Exam
P = F1		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Classes)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01, PEK_U02,	Oral answers, (written) test
P = F1		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01	Entrance test, report on laboratory classes
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

Niezgodziński M. E., Niezgodziński T.: Wytrzymałość materiałów. PWN, Warszawa 1998. Niezgodziński M. E., Niezgodziński T.: Wzory, wykresy i tablice wytrzymałościowe. WNT, Warszawa 1996. Niezgodziński M. E., Niezgodziński T.: Zadania z wytrzymałości materiałów. WNT, Warszawa 1997.. Neimitz A.: Mechanika pękania. PWN, Warszawa 1998. Dzidowski E. S.: Mechanizm pękania poślizgowego w aspekcie dekohezji sterowanej metali. Wyd. PWR., Wrocław 1990. Dzidowski E. S.: Physical concept of shear fracture mesomechanism and its applications. Central European Journal of Engineering, 2011, nr 1(3), s. 217-233. Dzidowski E. S.: Jak projektować, wytwarzać i eksploatować rury do bezpiecznej pracy pod ciśnieniem. Rudy i Metale, 2008, nr 11, s. 714-721.

### SECONDARY LITERATURE

Broek D.: Elementary engineering - fracture mechanics. Noordhoff Int. Publishing, Leyden, 1974. Ashby M. F.: Jones D. R.: Materiały inżynierskie. Własności i zastosowania. WNT, Warszawa 1995.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Robert Jasiński email: robert.jasinski@pwr.edu.pl