

Wydział Mechaniczny PWR

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Wytrzymałość materiałów**

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

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Transport**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **TRM031018**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60	60		
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	3	2	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.8	1.4	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 ośrodek ciągły: związki geometryczne, równania konstytutywne i równania równowagi.

PEK_W03 - Zna najbardziej użyteczne hipotezy wyężeniowe 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 napężenie 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 prętowe 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. Równanie różniczkowe linii ugięcia.	2
Wy11	Wyboczenie prętów ściskanych.	2
Wy12	Zginanie z rozciąganiem lub ściskaniem. Rdzeń przekroju.	2
Wy13	Hipotezy wyężeniowe.	2
Wy14	Przypadki wytrzymałości złożonej.	2

Wy15	Zjawiska zmęczeniowe. Wstęp do mechaniki pękania.	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Równania statyki. Momenty bezwładności figur płaskich. Siły wewnętrzne w pręcie.	2
Ćw2	Układy statycznie wyznaczalne przy rozciąganiu i ściskaniu.	2
Ćw3	Układy statycznie niewyznaczalne przy rozciąganiu i ściskaniu. Układy prętowe obciążone termicznie.	2
Ćw4	Transformacja płaskiego stanu naprężeń. Związki fizyczne dla przestrzennego stanu naprężenia.	2
Ćw5	Skręcanie prętów o przekroju kołowym. Skręcanie profili cienkościennych.	2
Ćw6	Ścinanie techniczne. Obliczanie połączeń rozłącznych i nierozłącznych.	2
Ćw7	Kolokwium.	2
Ćw8	Zginanie - naprężenia normalne. Statycznie wyznaczalne belki i ramy.	2
Ćw9	Zginanie - naprężenia styczne.	2
Ćw10	Zginanie ukośne. Środek ścinania.	2
Ćw11	Linia ugięcia belek.	2
Ćw12	Wyboczenie prętów ściskanych.	2
Ćw13	Zginanie z rozciąganiem lub ściskaniem. Rdzeń przekroju.	2
Ćw14	Zastosowanie hipotez wytrzymałościowych.	2
Ćw15	Kolokwium zaliczeniowe	2
		Suma: 30
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: wytrzymałość, 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 slajdów i transparencji
- N2. ćwiczenia rachunkowe
- N3. zadania domowe
- N4. eksperyment laboratoryjny
- N5. dyskusja problemowa

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, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	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, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	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_U03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Wejściówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych, odpowiedzi ustne
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Z. Dyląg , A. Jakubowicz, A. Orłoś: Wytrzymałość materiałów, WNT, W-a 1996
- [2] M. E. Niezgodziński, T. Niezgodziński: Wytrzymałość materiałów, PWN, W-a 1998
- [3] M.E. Niezgodziński, T. Niezgodziński: Zadania z wytrzymałości materiałów, WNT, Warszawa, 2012
- [4] M. Zakrzewski, J Zawadzki : Wytrzymałość materiałów, PWN, Warszawa 1983

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] A. Neimitz: Mechanika pękania, PWN, Warszawa 1998
- [2] E. Rusiński: Mikrokomputerowa analiza ram i nadwozi pojazdów i maszyn roboczych, W K Ł, 1990
- [3] W. Śródka: Trzy lekcje metody elementów skończonych, Oficyna Wydawnicza P.Wr., 2004

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): **Transport**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **TRM031018**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30	15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90	60	60		
Form of crediting	Examination	Crediting with grade	Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points	3	2	2		
including number of ECTS points for practical (P) classes		2	2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.8	1.4	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 search for information and carry out a critical analysis of knowledge

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	Statics equations. Moments of inertias of cross-sections. Internal forces in the rod	2
CI2	Static systems under tension and compression	2
CI3	Hyperstatic cases under tension and compression. Thermally stressed rods systems	2
CI4	Transformation of plane stresses. Physical relationships in spatial stress	2
CI5	Torsion of circular shafts. Torsion of thin-walled members	2
CI6	Technical shearing. Calculation of detachable and non-detachable joints	2
CI7	Written test	2
CI8	Bending - normal stresses. Statically indeterminate beams and frames	2
CI9	Bending - shear stresses	2
CI10	Unsymmetrical bending. Shear centre	2
CI11	Deflection line of beams	2
CI12	Buckling of rods under compression	2
CI13	Combined loading: bending and tension or compression. Cross-section core	2
CI14	Applications of failure criteria	2
CI15	Written test	2
		Total hours: 30
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 + 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 slides and transparencies N2. calculation exercises N3. homework N4. laboratory experiment N5. problem discussion		

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, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	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, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	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_U03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Entrance quiz, report on laboratory classes, oral answers
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

- [1] Z. Dyląg , A. Jakubowicz, A. Orłóś: Wytrzymałość materiałów, WNT, W-a 1996
- [2] M. E. Niezgodziński, T. Niezgodziński: Wytrzymałość materiałów, PWN, W-a 1998
- [3] M.E. Niezgodziński, T. Niezgodziński: Zadania z wytrzymałości materiałów, WNT, Warszawa, 2012
- [4] M. Zakrzewski, J Zawadzki : Wytrzymałość materiałów, PWN, Warszawa 1983

SECONDARY LITERATURE

- [1] A. Neimitz: Mechanika pękania, PWN, Warszawa 1998
- [2] E. Rusiński: Mikrokomputerowa analiza ram i nadwozi pojazdów i maszyn roboczych, W K Ł, 1990
- [3] W. Śródka: Trzy lekcje metody elementów skończonych, Oficyna Wydawnicza P.Wr., 2004

SUBJECT SUPERVISOR

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