

Wydział Mechaniczny PWR

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Wytrzymałość materiałów II**

Nazwa w języku angielskim: **STRENGTH OF MATERIALS II**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM031059 (MMM031382)**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2		1.4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw mechaniki ciała stałego: analizy tensorowej, praw statyki, pojęć: przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia, zależności między tymi polami w ośrodku sprężystym, umiejętność obliczania przemieszczeń i naprężeń w pręcie.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Rozwiązywanie problemów technicznych w oparciu o prawa mechaniki.

C2. Wykonywanie analiz wytrzymałościowych elementów maszyn.

C3. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów.

Odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Student wie jak wyznaczać naprężenia i przemieszczenia w tarczach wirujących oraz w rurach i zbiornikach grubościennych, zna teorię cienkościennych powłok osiowo-symetrycznych, obciążonych ciśnieniem.
 PEK_W02 - Student zna ogólny schemat rozwiązywania zadań mechaniki ciała stałego w przemieszczeniach, wie jak stosować go do dźwigarów powierzchniowych, zna podstawowe pojęcia, równania i idee metody elementów skończonych w zastosowaniu do kratownic i tarcz liniowo sprężystych,
 PEK_W03 - Student ma podstawową wiedzę o zmęczeniu materiału i zmęczeniu prostych elementów konstrukcyjnych.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Student potrafi przeprowadzić podstawowe próby wytrzymałościowe,
 PEK_U02 - Student potrafi dokonać pomiaru odkształceń za pomocą tensometrów elektrooporowych i mechanicznych,
 PEK_U03 - Student potrafi wyznaczyć podstawowe stałe sprężystości: moduł Younga, ułamek Poissona i moduł Kirchhoffa.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,
 PEK_K02 - obiektywnego oceniania argumentów, racjonalnego tłumaczenia i uzasadniania własnego punktu widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu wytrzymałości materiałów,
 PEK_K03 - przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Metody energetyczne do wyznaczania przemieszczeń w układach prętowych. Układy statycznie niewyznaczalne.	2
Wy2	Wyznaczanie przemieszczeń metodą Maxwella-Mohra. Metoda sił.	2
Wy3	Zginanie prętów silnie zakrzywionych.	2
Wy4	Ściskanie mimośrodowe prętów smukłych.	2
Wy5	Cylindry grubościenne jedno- i wielowarstwowe.	2
Wy6	Tarcze i krążki wirujące.	2
Wy7	Płyty kołowe obciążone symetrycznie i prostokątne	2
Wy8	Powłoki osiowo-symetryczne	2
Wy9	Obciążenie elementu zależne od czasu i temperatury (pełzanie i relaksacja).	2
Wy10	Zmęczenie materiału – podstawy obliczeń.	2
Wy11	Podstawy mechaniki pękania. Określanie prędkości propagacji pęknięć.	2
Wy12	Obciążenia udarowe elementów prętowych	2
Wy13	Naprężenia stykowe. Naprężenia przy ściskaniu kul i wałków.	2
Wy14	Naprężenia własne – przyczyny powstawania, zapobieganie, badania.	2

Wy15	Metoda elementów skończonych (MES) – wprowadzenie, funkcje kształtu, element prętowy i powłokowy.	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie.	3
Lab2	Próba rozciągania metali i tworzyw sztucznych.	2
Lab3	Pomiary odkształceń metodą elektrycznej tensometrii oporowej.	2
Lab4	Badanie wytrzymałości zmęczeniowej.	2
Lab5	Próby wytrzymałości w złożonych stanach naprężenia - skręcanie ze zginaniem.	2
Lab6	Wyboczenie - doświadczalne określanie siły krytycznej pręta smukłego. Próba ściskania.	2
Lab7	Zginanie proste i ukośne. Podsumowanie i zaliczenie zajęć laboratoryjnych.	2
		Suma: 15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.
N3. eksperyment laboratoryjny
N4. przygotowanie sprawozdania
N5. praca własna – przygotowanie do laboratorium

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_W03	Sprawdzian. Egzamin pisemno-ustny.
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 do PEK_U03, PEK_K01 do PEK_K03.	Sprawdzian pisemny, sprawozdanie.
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] M. E. Niezgodziński, T. Niezgodziński: Wytrzymałość materiałów, PWN, 1998.
- [2] Z. Dyląg, A. Jakubowicz, Z. Orłoś: Wytrzymałość materiałów. Tom I. WNT, 1999.
- [3] M. Zakrzewski, J. Zawadzki: Wytrzymałość materiałów, PWN, 1983.
- [4] Z. Brzoska: Wytrzymałość materiałów. PWN, 1979.
- [5] R. Żuchowski: Wytrzymałość materiałów, Oficyna Wydawnicza PWr., 1996.
- [6] M.E. Niezgodziński, T. Niezgodziński: Obliczenia zmęczeniowe elementów maszyn, PWN, Warszawa 1973
- [7] Jakowluk A.: Procesy pełzania i zmęczenia w materiałach, WN-T, 1998,
- [8] German J. Podstawy mechaniki pękania, Wyd. Politechniki Krakowska, 2011
- [9] E. Rusiński: Mikrokomputerowa analiza ram i nadwozi pojazdów i maszyn roboczych. W K Ł, 1990.
- [10] W. Śródka: Trzy lekcje metody elementów skończonych, Oficyna Wydawnicza P.Wr., 2004.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] S. Katarzyński, S. Kocańda, M. Zakrzewski: Badania własności mechanicznych metali. WNT, 1967.
- [2] J. Walczak: Wytrzymałość materiałów oraz podstawy teorii sprężystości i plastyczności, PWN, 1973.
- [3] S. Kocańda: Zmęczeniowe niszczenie metali, WN-T, Warszawa 1978,
- [4] S. Kocańda, J. Szala., Podstawy obliczeń zmęczeniowych, PWN, Warszawa 1985,
- [5] Brózda J.: Wprowadzenie do mechaniki pękania, Politechnika Śląska, Instytut Spawalnictwa, Gliwice 2008

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Grzegorz Chruścielski tel.: 3393 email: grzegorz.chruscielski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Wytrzymałość materiałów II**

Name in English: **STRENGTH OF MATERIALS II**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM031059 (MMM031382)**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	Examination		Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2		1.4		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of fundamentals of solid mechanics: tensor analysis, static laws, concepts of displacement, strain and stress, dependencies between these quantities in an elastic medium, the ability to calculate displacements and stress in a member.

SUBJECT OBJECTIVES

C1. Technical problem solving based on mechanics.

C2. Performing strength analyses of machine components.

C3. Acquiring and consolidating social competences including emotional intelligence involving the ability to cooperate in a student group aimed at effective problem solving. Responsibility, honesty and integrity in the proceedings; observance of customs in force in the academic community and society.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Student knows how to determine stresses and displacements in rotating discs and in thick-walled pipes and tanks, knows the theory of thin-walled axial-symmetrical shells, loaded with pressure.

PEK_W02 - Student knows the general scheme of solving solid mechanics tasks in displacements, knows how to apply it to surface girders, knows the basic concepts, equations and ideas of the finite element method used for linearly elastic trusses,

PEK_W03 - Student has the basics of fatigue of material and fatigue of simple construction elements,

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Student has practical skills in: performing basic strength tests,

PEK_U02 - Student is able to measuring the plain state of strain using tensometers (strain gauges),

PEK_U03 - Student is able to determining the basic elasticity constants: Young modulus, Poisson ratio and Kirchhoff modulus.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Social competencies: independent research and critical evaluation of the found sources,

PEK_K02 - objective evaluation of arguments, rational explanation and justification of the student's viewpoint using knowledge of the strength of materials,

PEK_K03 - comply with the customs and rules of the academic community.

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Energy methods for determining displacements in rod systems. Statically indeterminate systems.	2
Lec2	Determination of displacements by the Maxwell-Mohr method. Force method.	2
Lec3	Bending strongly curved bars.	2
Lec4	Eccentric compression of slender rods.	2
Lec5	Single-wall and multi-layer thick-walled cylinders.	2
Lec6	Shields and rotating discs.	2
Lec7	Symmetrically loaded circular plates. Rectangular plates.	2
Lec8	Axially symmetric shells.	2
Lec9	Time and temperature dependent loads – fatigue, creep, relaxation.	2
Lec10	Material fatigue - basics of calculations.	2
Lec11	Basics of fracture mechanics. Determination of crack propagation rate.	2
Lec12	Impact loads of rod elements	2
Lec13	Contact stress. Stresses under compression of balls and rollers.	2
Lec14	Internal stresses - causes, prevention, tests.	2
Lec15	Finite element method (FEM) - introduction, shape functions, rod and shell element.	2

		Total hours: 30
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction.	3
Lab2	Tensile test in metals and plastics.	2
Lab3	Strain gauge analysis.	2
Lab4	Determination of fatigue strength.	2
Lab5	Combined loading in members (torsion + bending).	2
Lab6	Buckling of slender members. Compression test.	2
Lab7	Symmetric and unsymmetric bending. Summary of laboratories and examination.	2
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED		
N1. Lectures supported with audiovisual aids when necessary. N2. Self study and exam preparation. N3. Laboratory experiment N4. Report preparation N5. Individual preparation for laboratories.		

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_W03	Written and oral exam
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 do PEK_U03, PEK_K01 do PEK_K03.	Written examination, written report.

P = F1

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE
(basic reading)

SECONDARY LITERATURE
(additional reading)

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Grzegorz Chruścielski tel.: 3393 email: grzegorz.chruscielski@pwr.edu.pl