

KARTA PRZEDMIOTU

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

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM031054 (MMM031373)**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	2	2			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60			
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	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 statyki, a więc pojęć i podstaw mechaniki – sił, reakcji, więzów, praw Newtona. Składają się na to w szczególności następujące tematy: moment siły względem punktu, równowaga/redukcja dowolnego przestrzennego układu sił, definicje sił wewnętrznych w pręcie, algebra wektorów i geometria mas, w tym momenty pierwszego i drugiego stopnia w przestrzeni 2D i 3D. Wymagana jest umiejętność obliczania sił wewnętrznych w pręcie, momentów statycznych i momentów bezwładności figur złożonych i prostych brył, transformacji równoległej i obrotowej układu współrzędnych.

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 zna podstawy analizy tensorowej i jej zastosowania w teorii ośrodka ciągłego, zna najważniejsze grupy równań mechaniki, opisujących ośrodek ciągły: związki geometryczne, równania konstytutywne i równania równowagi.

PEK_W02 - Student wie, jak są formułowane i rozwiązywane klasyczne zadania mechaniki ciała stałego, zna ograniczenia rozwiązań konstrukcji geometrycznie liniowych, wie kiedy można superponować przemieszczenia, czym jest stateczność pręta ściskanego i jakie obciążenie prowadzi do jej utraty.

PEK_W03 - Student zna najbardziej użyteczne hipotezy wyężeniowe i zakres ich stosowania, zna podstawowe twierdzenia energetyczne i oparte na nich metody analizy konstrukcji.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Student potrafi dokonać transformacji obrotowej i równoległej oraz obliczać wartości główne tensora drugiego rzędu, a więc takich obiektów jak napężenie, odkształcenie, moment bezwładności.

PEK_U02 - Student umie obliczyć napężenie i przemieszczenie w pręcie o przekroju zwartym lub cienkościennym, obciążonym siłą normalną, momentem gnącym, momentem skręcającym, siłą tnącą, a także napężenie w połączeniach: spoinach, śrubach, nitach, sworzniach.

PEK_U03 - Student potrafi zaprojektować pręt ściskany odporny na utratę stateczności zarówno w stanie sprężystym, jak i niesprężystym.

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	Wprowadzenie. Podstawowe założenia i pojęcia. Doświadczalne wyznaczanie własności wytrzymałościowych. Napężenia dopuszczalne i współczynnik bezpieczeństwa.	2
Wy2	Obliczenia wytrzymałościowe pręta prostego obciążonego siłą normalną. Przypadki statycznie niewyznaczalne. Wpływ temperatury, ciężaru własnego i karbu.	2
Wy3	Teoria stanu napężenia.	2

Wy4	Teoria stanu odkształcenia. Podstawy technicznych pomiarów odkształceń.	2
Wy5	Ścinanie czyste i technologiczne. Połączenia ścinane.	2
Wy6	Skręcanie pręta o przekroju kołowym.	2
Wy7	Skręcanie pręta o przekroju dowolnym. Pręty cienkościenne.	2
Wy8	Zginanie pręta prostego. Siły wewnętrzne i naprężenia.	2
Wy9	Równanie różniczkowe osi odkształconej. Wyznaczanie przemieszczeń w belkach. Zginanie ukośne.	2
Wy10	Wyboczenie.	2
Wy11	Energia sprężysta odkształcenia objętościowego i postaciowego. Zależności między energią sprężystą, naprężeniem i odkształceniem.	2
Wy12	Hipotezy wyężeniowe.	2
Wy13	Przypadki wytrzymałości złożonej. Przykłady zginania ze skręcaniem i zginania ze ścinaniem.	2
Wy14	Dewiator i aksjator tensora naprężeń.	2
Wy15	Kolokwium.	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Obliczenia wytrzymałościowe rozciąganych i ściskanych prętów nieważkich.	2
Ćw2	Wpływ temperatury i ciężaru własnego podczas rozciągania i ściskania. Przypadki statycznie niewyznaczalne.	2
Ćw3	Płaski stan naprężenia. Koło Mohra.	2
Ćw4	Analiza stanu odkształceń. Wykorzystanie uogólnionego prawa Hooke'a.	2
Ćw5	Przypadki ścinania technologicznego. Obliczenia wytrzymałościowe połączeń.	2
Ćw6	Pręt skręcany o przekroju kołowym – wytrzymałość i sztywność.	2
Ćw7	Pręt skręcany o przekroju prostokątnym, profilowym i cienkościennym – wytrzymałość i sztywność.	2
Ćw8	Kolokwium	2
Ćw9	Zginanie – pole naprężenia, sprawdzanie warunku wytrzymałościowego.	2
Ćw10	Zginanie – obliczanie ugięć z wykorzystaniem równania różniczkowego osi ugiętej.	2
Ćw11	Zginanie ukośne. Środek ścinania. Wyboczenie.	2
Ćw12	Wytrzymałość złożona – zginanie ze skręcaniem i rozciąganiem. Zastosowanie hipotez wyężeniowych dla materiałów elastoplastycznych.	2
Ćw13	Wytrzymałość złożona – zginanie ze ścinaniem. Wzór Żurawskiego.	2
Ćw14	Zastosowanie hipotez wyężeniowych dla materiałów elasto-kruchych.	2
Ćw15	Kolokwium	2
		Suma: 30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
 N2. ćwiczenia rachunkowe
 N3. Zadania domowe
 N4. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

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	Sprawdzian, kolokwium.
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;	Odpowiedzi ustne, kolokwium 1, kolokwium 2.
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] M. E. Niezgodziński, T. Niezgodziński: Wytrzymałość materiałów, PWN, 1998.
- [2] Z. Dyląg, A. Jakubowicz, Z. Orłowski: 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: Zadania z wytrzymałości materiałów, PWN, 2016
- [7] R. Kurowski, Z. Parszewski: Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów, PWN, 1966.
- [8] T. Rajfert, Rżysko J.: Zbiór zadań ze statyki i wytrzymałości materiałów, PWN, 1976.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] J. Misiak: Mechanika techniczna. Statyka i wytrzymałość materiałów, t1. WNT, 1996.
- [2] S.P. Timoshenko: Historia wytrzymałości materiałów, Arkady, 1966.
- [3] S. Katarzyński, S. Kocańda, M. Zakrzewski: Badania własności mechanicznych metali, WNT, 1967.
- [4] J. Walczak: Wytrzymałość materiałów oraz podstawy teorii sprężystości i plastyczności, PWN, 1973.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Wytrzymałość materiałów I**

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

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: **MMM031054 (MMM031373)**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	2	2			
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	60			
Form of crediting	Crediting with grade	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 statics and fundamentals of mechanics – forces, reactions, constraints, Newton's laws. More specifically the familiarity with the following concepts is required: moment of a force at a point, balance/reduction of an arbitrary spatial force system, definitions of internal forces in a member, vector algebra and mass geometry. The ability to calculate the following quantities: internal force in a member, moment of static and moment of inertia of composite figures and simple solids, the parallel and rotary transformation of the coordinate system.

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 the basics of tensor analysis and its application in the theory of continuous medium, knows the most important groups of mechanical equations describing the continuous medium: geometrical relationships, constitutive equations and equilibrium equations.

PEK_W02 - Student knows how to formulate and solve classic problems of solid mechanics, knows the limitations of geometrically linear solutions, knows when you can superposition displacements, what is stability of a compressed rod and what load leads to its loss.

PEK_W03 - Student knows the most useful stress hypotheses and the scope of their application, knows the basic energy theorems and construction analysis methods based on them.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Student has practical skills in: performing the parallel and rotational transformation as well as calculating the eigenvalues of the stress, strain or moment of inertia tensors.

PEK_U02 - Student is able to calculating of the stress and displacement in a member with a compact or a thin-walled cross-section loaded with tension–compression, torsion, shear or bending force as well as stress in welded, riveted, bolted joints.

PEK_U03 - Student is able to design a member resistant to buckling in the elastic and elastic-plastic regions.

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 - Compliance with customs and rules in the academic environment.

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction. Basic assumptions and concepts. Experimental determination of strength properties. Permissible stresses and factor of safety.	2
Lec2	Strength calculations of a straight bar loaded with axial force. Statically indeterminate cases. Effect of temperature, deadweight and notch.	2
Lec3	Theory of stress state.	2
Lec4	Theory of deformation state. Basics of deformation measurements.	2
Lec5	Pure and technological shear. Shearing of joints.	2
Lec6	Torsion of circular shafts.	2
Lec7	Torsion of any cross-section rod. Thin-walled bars.	2
Lec8	Straight bar bending. Internal forces and stresses.	2
Lec9	Deflection line of a beam. Determination of displacements in beams. Skew bending.	2
Lec10	Buckling.	2
Lec11	Elastic strain energy of volumetric and non-dilatational strain. Distortion energy theory. Relations between distortion energy, stress and deformation.	2

Lec12	Effort hypotheses.	2
Lec13	Cases of complex strength. Examples of bending with torsion and bending with shear.	2
Lec14	Stress tensor deviator and axiator.	2
Lec15	Writing test.	2
		Total hours: 30
Form of classes – Classes		Number of hours
CI1	Strength calculations of tension and compression weightless bars.	2
CI2	Effect of temperature and deadweight during tension and compression. Statically indeterminate cases.	2
CI3	Plane stress state. Mohr's circle.	2
CI4	Analysis of strain state. The use of generalized Hooke's law.	2
CI5	Cases of technological shearing. Strength calculations for joints.	2
CI6	Twisted rod with circular cross-section - strength and rigidity.	2
CI7	Twisted rod with rectangular, structural shape and thin-walled cross-section.	2
CI8	Written test.	2
CI9	Bending - stress field, strength condition.	2
CI10	Bending - determination of deflections using the differential equation of the bending line of beam.	2
CI11	Skew bending. Shearing centre. Buckling.	2
CI12	Combined stress - bending with torsion and tension. Application of effort hypotheses for elastoplastic materials.	2
CI13	Combined stress - bending with shearing. Żurawski formula.	2
CI14	Application of effort hypotheses for elasto-brittle materials.	2
CI15	Written test.	2
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED	
N1. lectures supported with audiovisual aids when necessary. N2. calculating classes N3. homework N4. self study and preparation for the test.	

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, written test.
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;	Oral examination, written test 1, written test 2.
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE	
<u>PRIMARY LITERATURE</u> (Basic reading)	
<u>SECONDARY LITERATURE</u> (Additional reading)	

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