

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, niestacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM032085**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|---------------------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 20 | 20 | | | |
| 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) | 1.8 | 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 - 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 - 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 - zna najbardziej użyteczne hipotezy wytrzymałościowe i zakres ich stosowania, zna podstawowe twierdzenia energetyczne i oparte na nich metody analizy konstrukcji.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi dokonać transformacji obrotowej i równoległej oraz obliczać wartości główne tensora drugiego rzędu, a więc takich obiektów jak naprężenie, odkształcenie, moment bezwładności,

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

PEK_U03 - 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. Podstawy doświadczalne. Obliczenia wytrzymałościowe pręta prostego obciążonego siłą normalną. | 2 |
| Wy2 | Teoria stanu naprężenia. | 2 |
| Wy3 | Teoria stanu odkształcenia. Podstawy technicznych pomiarów odkształceń. Związki fizyczne między naprężeniem i odkształceniem. | 2 |
| Wy4 | Skręcanie pręta o przekroju kołowym. Skręcanie pręta o przekroju dowolnym. Pręty cienkościenne. | 2 |

| | | |
|-------------------------|---|---------------|
| Wy5 | Ścinanie w połączeniach. Zginanie pręta prostego. Siły wewnętrzne i naprężenia. | 2 |
| Wy6 | Przemieszczenia w belkach – metoda całkowania równania różniczkowego osi odkształconej. | 2 |
| Wy7 | Ogólny przypadek zginania belki. Zginanie ukośne. Wyboczenie. | 2 |
| Wy8 | Śpiętrzenie naprężeń. Naprężenie dopuszczalne. Współczynnik bezpieczeństwa. Energia sprężysta, dewiator i aksjator tensora, energia odkształcenia postaciowego. | 2 |
| Wy9 | Hipotezy wyężeniowe i przypadki wytrzymałości złożonej. | 2 |
| Wy10 | Metody energetyczne wyznaczania przemieszczeń w układach prętowych statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych. | 2 |
| | | Suma: 20 |
| Forma zajęć – Ćwiczenia | | Liczba godzin |
| Ćw1 | Obliczenia wytrzymałościowe prętów rozciąganych i ściskanych. Wpływ temperatury. | 2 |
| Ćw2 | Przypadki statycznie niewyznaczalne przy rozciąganiu/ściskaniu. | 2 |
| Ćw3 | Płaski stan naprężenia. Koło Mohra. | 2 |
| Ćw4 | Pręt skręcany – wytrzymałość i sztywność. Ścinanie techniczne. | 2 |
| Ćw5 | Zginanie proste i ukośne. | 2 |
| Ćw6 | Równanie różniczkowe osi ugiętej. | 2 |
| Ćw7 | Wyboczenie. | 2 |
| Ćw8 | Zastosowanie hipotez wyężeniowych. | 2 |
| Ćw9 | Twierdzenie Castigliano, Menabre'a-Castigliano. | 2 |
| Ćw10 | Kolokwium. | 2 |
| | | Suma: 20 |

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 egzaminu

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 do PEK_W03 | Sprawdzian |
| 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 do PEK_U03, PEK_K01 do PEK_K03 | Odpowiedzi ustne, kolokwium |
| P = F1 | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|--|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>[1] J. Misiak: Mechanika techniczna. Statyka i wytrzymałość materiałów, t1. WNT, 1996.</p> <p>[2] R. Żuchowski: Wytrzymałość materiałów. Oficyna Wydawnicza P.Wr., 1996.</p> <p>[3] Z. Dyląg, A. Jakubowicz, Z. Orłoś: Wytrzymałość materiałów. WNT, 1997.</p> <p>[4] Z. Brzoska: Wytrzymałość materiałów. PWN, 1979.</p> <p>[5] M.E. Niezgodziński, T. Niezgodziński: Wytrzymałość materiałów. PWN, 1981.</p> <p>[6] R. Kurowski, Z. Parszewski: Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów. PWN, 1966.</p> <p>[7] T. Rajfert, Rżysko J.: Zbiór zadań ze statyki i wytrzymałości materiałów. PWN, 1976.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <p>[1] S.P. Timoshenko: Historia wytrzymałości materiałów. Arkady, 1966.</p> <p>[2] S. Katarzyński, S. Kocańda, M. Zakrzewski: Badania własności mechanicznych metali. WNT, 1967.</p> <p>[3] J. Walczak: Wytrzymałość materiałów oraz podstawy teorii sprężystości i plastyczności, PWN, 1973.</p> <p>[4] E. Rusiński: Mikrokomputerowa analiza ram i nadwozi pojazdów i maszyn roboczych. W K Ł, 1990.</p> <p>[5] W. Śródka: Trzy lekcje metody elementów skończonych. Oficyna Wydawnicza P.Wr., 2004.</p> |

| OPIEKUN PRZEDMIOTU |
|---|
| dr inż. Robert Jasiński email: robert.jasinski@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, part-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM032085**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|----------------------|------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 20 | 20 | | | |
| 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 | 1.8 | 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. Teamwork and following academic principles.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Student knows: foundations of tensor analysis and its applications in the solid mechanics,

PEK_W02 - limitations of solutions of geometrically linear structures, when to superimpose displacements, what is the stability of the compressed member and what load leads to its loss,

PEK_W03 - the most useful failure criteria hypotheses and their applications,

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 - 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 - designing 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 - conforming to the academic principles.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | Introduction. Basic notions. Experimental foundations of the discipline. Strength design of straight members in tension and compression. | 2 |
| Lec2 | Stress theory. | 2 |
| Lec3 | Theory of strain. Engineering measurements of strain. Physical relationships between stress and strain. | 2 |
| Lec4 | Torsion of circular shafts. Torsion of members of arbitrary cross-section. Thin-walled members. | 2 |
| Lec5 | Shearing of joints. Symmetric bending of straight members. Internal forces and stresses. | 2 |
| Lec6 | Displacements in beams. Deflection line of a beam. | 2 |
| Lec7 | General case of bending. Unsymmetrical bending. Buckling of members. | 2 |
| Lec8 | Stress concentration. Permissible stress. Factor of safety. Strain energy, spherical and deviatoric parts of tensor, shear energy. | 2 |
| Lec9 | Failure criteria and combined modes of loading. | 2 |
| Lec10 | Energy methods for determining displacements in statically determinate and indeterminate member systems. | 2 |
| | | Total hours: 20 |
| Form of classes – Classes | | Number of hours |

| | | |
|------|--|-----------------|
| CI1 | Strength design of straight members in tension and compression. Effect of temperature. | 2 |
| CI2 | Statically indeterminate cases in stretching/compressing. | 2 |
| CI3 | Płaski stan naprężenia. Koło Mohra. | 2 |
| CI4 | Shafts in torsion – strength and stiffness. | 2 |
| CI5 | Unsymmetrical bending. | 2 |
| CI6 | Displacements in beams. Deflection line of a beam. | 2 |
| CI7 | Buckling of compressed members. | 2 |
| CI8 | Applications of failure criteria hypotheses. | 2 |
| CI9 | Castigliano and Menabre-Castigliano theorem. | 2 |
| CI10 | Written test. | 2 |
| | | Total hours: 20 |

| | | |
|---|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. calculation exercises N3. homework N4. self study - self studies and preparation for examination | | |

| | | |
|--|--------------------------|---|
| 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 do PEK_W03 | |
| 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 do PEK_U03, PEK_K01 do PEK_K03 | Oral examination, written test |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

- [1] J. Misiak: Mechanika techniczna. Statyka i wytrzymałość materiałów, t1. WNT, 1996.
- [2] R. Żuchowski: Wytrzymałość materiałów. Oficyna Wydawnicza P.Wr., 1996.
- [3] Z. Dyląg, A. Jakubowicz, Z. Orłoś: Wytrzymałość materiałów. WNT, 1997.
- [4] Z. Brzoska: Wytrzymałość materiałów. PWN, 1979.
- [5] M.E. Niezgodziński, T. Niezgodziński: Wytrzymałość materiałów. PWN, 1981.
- [6] R. Kurowski, Z. Parszewski: Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów. PWN, 1966.
- [7] T. Rajfert, Rżysko J.: Zbiór zadań ze statyki i wytrzymałości materiałów. PWN, 1976.

SECONDARY LITERATURE

- [1] S.P. Timoshenko: Historia wytrzymałości materiałów. Arkady, 1966.
- [2] S. Katarzyński, S. Kocańda, M. Zakrzewski: Badania własności mechanicznych metali. WNT, 1967.
- [3] J. Walczak: Wytrzymałość materiałów oraz podstawy teorii sprężystości i plastyczności, PWN, 1973.
- [4] E. Rusiński: Mikrokomputerowa analiza ram i nadwozi pojazdów i maszyn roboczych. W K Ł, 1990.
- [5] W. Śródka: Trzy lekcje metody elementów skończonych. Oficyna Wydawnicza P.Wr., 2004.

SUBJECT SUPERVISOR

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