**Nazwa przedmiotu:**

Wytrzymałość materiałów

**Koordynator przedmiotu:**

mgr inż. Jerzy Raniszewski/asystent

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne dla kierunku

**Kod przedmiotu:**

BS1A\_18\_02

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

7

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Wykład 30; Ćwiczenia 15; Laboratorium 15; Projekt 15; Przygotowanie się do zajęć 2; Zapoznanie się ze wskazaną literaturą27; Opracowanie wyników 2; Napisanie sprawozdania 2; Przygotowanie do zaliczenia 22; Przygotowanie do egzaminu 25; Wykonanie projektów 20; Razem 175 godz. = 7 ECTS

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

Wykład 30; Ćwiczenia 15; Laboratorium 15; Projekt 15; RAZEM 75 godz. = 3 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

Laboratorium 15; Projekt 15; Przygotowanie się do zajęć 2; Zapoznanie się ze wskazaną literaturą 7; Opracowanie wyników 2; Napisanie sprawozdania 2; Przygotowanie do zaliczenia 12; Przygotowanie do egzaminu 25; Wykonanie projektów 20; RAZEM 75 godz. = 3 ECTS

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wytrzymałość Materiałów sem.III

**Limit liczby studentów:**

Wykład: min. 15; Ćwiczenia: 20 - 30; Laboratoria: 8 - 12; Projekty: 10 - 15.

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest nauczenie podstaw teoretycznych i umiejętności wyznaczania sił przekrojowych wraz z ich wykresami, naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w statycznie wyznaczalnych płaskich układach prętowych, przy złożonych stanach obciążeń, z uwzględnieniem wyboczenia i z zastosowaniem hipotez wytrzymałościowych. Wyznaczanie nośności tych układów w stanie sprężystym i spręzysto - plastycznym.

**Treści kształcenia:**

W1 - Ścinanie techniczne

W2 - Wytrzymałość złożona. Zginanie ukośne. Naprężenia normalne i styczne, przemieszczenia.

W3 - Rozciąganie i ściskanie mimośrodowe. Naprężęnia normalne.

W4 - Rozciąganie i ściskanie mimośrodowe. Rdzeń przekroju, przekroje nieprzenoszące rozciągania.

W5 - Stateczność ściskanych osiowo prętów prostych. Siła krytyczna, naprężenia krytyczne,
wyboczenie sprężyste i niesprężyste.

W6 - Wyznaczanie sił krytycznych i naprężeń krytycznych w prętach ściskanych osiowo.

W7 - Klasyfikacja przekrojów. Pręty cienkościenne.

W8 - Stany naprężenia i odkształcenia.

W9 - Związki fizyczne pomiędzy naprężeniami i odkształceniami. Związki pomiędzy stałymi materiałowymi E, G i v.

W10 - Hipotezy wytrzymałościowe. Wytężenie materiału, naprężenia zastępcze. Przykłady hipotez.

W11 - Hipotezy CT i HMH i ich zastosowania do wymiarowania elementów konstrukcyjnych.

W12 - Nośność układów prętowych w stanie sprężystym i sprężysto - plastycznym. Nośność graniczna układów z prętami rozciąganymi osiowo.

W13 - Nośność graniczna prętów zginanych.

W14 - Nośność graniczna prętów skręcanych.

W15 - Probabilistyczne podejście do wymiarowania konstrukcji. Badania właściwości materiałów konstrukcyjnych.

Ć1- Obliczanie przemieszczeń na podstawie wzoru Maxwella – Mohra – belka

Ć2 - Obliczanie przemieszczeń na podstawie wzoru Maxwella – Mohra – kratownica

Ć3 - Obliczanie przemieszczeń na podstawie wzoru Maxwella – Mohra – ramo krata

Ć4 - Obliczanie przemieszczeń na podstawie wzoru Maxwella – Mohra – ramokratołuk

Ć5 - Zginanie ukośne – obliczanie naprężeń normalnych i stycznych

Ć6 - Ściskanie i rozciąganie mimośrodowe – oblicznie naprężeń i wyznaczanie położenia osi obojętnej

Ć7 - Ściskanie i rozciąganie mimośrodowe – oblicznie naprężeń i wyznaczanie położenia osi obojętnej

Ć8 - Wyboczenie sprężyste i niesprężyste – obliczanie siły krytycznej i naprężeń krytycznych

Ć9 - Hipotezy wytrzymałościowe- obliczanie naprężeń zastępczych

Ć10 - Hipotezy wytrzymałościowe- obliczanie naprężeń zastępczych

Ć11 - Wymiarowanie metodą nośności granicznej – obliczanie obciążenia niszczącego przy rozciąganiu, zginaniu i skręcaniu

Ć12 - Wymiarowanie metodą nośności granicznej – obliczanie obciążenia niszczącego przy rozciąganiu, zginaniu i skręcaniu

Lab1 - Statyczna próba rozciągania metali z wyraźną oraz bez wyraźnej granicy plastyczności

Lab2 - Wyznaczanie modułu sprężystości podłużnej E w próbie rozciągania. Statyczna próba ściskania metali

Lab3 - Próba udarności metali. Pomiary twardości – próba Brinella, Rockwella i Vickersa.

Lab4 - Wyznaczanie modułu sprężystości podłużnej E w próbie zginania. Przemieszczenia w belkach zginanych

Lab5 - Pomiary odkształceń metodą tensometrii elektrooporowej w próbach rozciągania i zginania

Lab6 - Wytrzymałość zmęczeniowa. Wpływ powtórnego obciążenia, temperatury i czasu

P1 - Obliczanie przemieszczeń na podstawie wzoru Maxwella – Mohra – rama

P2 - Obliczanie przemieszczeń na podstawie wzoru Maxwella – Mohra – kratownica

P3 - Obliczanie przemieszczeń na podstawie wzoru Maxwella – Mohra – ramo krata

P4 - Obliczanie przemieszczeń na podstawie wzoru Maxwella – Mohra – ramokratołuk

P5 - Zginanie ukośne – obliczanie naprężeń normalnych i stycznych

P6 - Ściskanie i rozciąganie mimośrodowe – obliczanie naprężeń i wyznaczanie położenia osi obojętnej

P7 - Ściskanie i rozciąganie mimośrodowe – wyznaczanie rdzenia przekroju

P8 - Ściskanie i rozciąganie mimośrodowe – wyznaczanie rdzenia przekroju

P9 - Wyboczenie sprężyste i niesprężyste – obliczanie siły krytycznej i naprążeń krytycznych

P10 - Hipotezy wytrzymałościowe- obliczanie naprężeń zastępczych

P11 - Wymiarowanie metodą nośności granicznej – obliczanie obciążenia niszczącego przy rozciąganiu, zginaniu i skręcaniu

P12 - Wymiarowanie metodą nośności granicznej – obliczanie obciążenia niszczącego przy rozciąganiu, zginaniu i skręcaniu

**Metody oceny:**

1. Obecność na wykładach jest zalecana. Obecność na ćwiczeniach audytoryjnych, projektowych i laboratoryjnych jest obowiązkowa. Dopuszcza się po dwie nieobecności nieusprawiedliwione na ćwiczeniach audytoryjnych i projektowych.
2. Weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia się w odniesieniu do poszczególnych części:
- wykład – weryfikacja efektów na egzaminie,
- ćwiczenia audytoryjne - weryfikacja efektów na trzech sprawdzianach pisemnych przeprowadzonych na ćwiczeniach audytoryjnych w trakcie trwania semestru,
- ćwiczenia projektowe – weryfikacja efektów na trzech pisemnych obronach arkuszy przeprowadzonych na ćwiczeniach projektowych w trakcie trwania semestru oraz oddaniu samodzielnie poprawnie wykonanych arkuszy,
- ćwiczenia laboratoryjne – weryfikacja efektów na sześciu sprawdzianach, tzw. „wejściówkach” przeprowadzonych na początku każdych ćwiczeń oraz oddaniu poprawnie wykonanych sprawozdań po zakończeniu każdego ćwiczenia. Punktacja jest następująca: sprawdzian 0-2 punkty, sprawozdanie 0-3 punkty. Maksymalnie można uzyskać 30 punktów. Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych jest ustalana na podstawie ilości otrzymanych punktów wg przeliczenia: 15-18 punktów - ocena 3,0; 19-21 punktów - ocena 3,5; 22-24 punkty - ocena 4,0; 25-27 punktów - ocena 4,5; 28-30 punktów - ocena 5,0.
3. Warunkiem koniecznym zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnych ocen z trzech sprawdzianów, z obron trzech arkuszy, z ćwiczeń laboratoryjnych i z egzaminu. Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią arytmetyczną z otrzymanych ocen. W przypadku uzyskania średniej oceny 4,0 z ćwiczeń audytoryjnych, projektowych i laboratoryjnych, ocena ta może być uznana za ocenę z egzaminu oraz jako ocena końcowa z przedmiotu.
4. Oceny ze sprawdzianów, z obron arkuszy i z egzaminu oraz punktacja wejściówek i sprawozdań przekazywane są do wiadomości studentów niezwłocznie po sprawdzeniu prac i dokonaniu ich oceny (forma przekazywania ocen będzie ustalona ze studentami w trakcie zajęć). Ocena łączna z przedmiotu będzie przekazywana do wiadomości studentów w formie uzgodnionej ze studentami.
5. Student może poprawiać oceny niedostateczne ze sprawdzianów i z obron arkuszy w terminach wyznaczonych przez prowadzącego zajęcia.
6. Student powtarza daną cząstkę (ćwiczenia audytoryjne, projektowe, laboratoryjne lub wykład), z powodu niezadowalających wyników, w całości.
7. Na sprawdzianie, podczas weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się, każdy piszący powinien mieć długopis (lub pióro) z niebieskim lub czarnym tuszem (atramentem) przeznaczony do zapisywania odpowiedzi oraz czysty arkusz papieru formatu A3 (złożony na pół do formatu A4). Pozostałe materiały i przybory pomocnicze, szczególnie telefony komórkowe i inne urządzenia elektroniczne, są zabronione.
8. Jeżeli podczas weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się zostanie stwierdzona niesamodzielność pracy studenta lub korzystanie przez niego z materiałów lub urządzeń innych niż dozwolone w regulaminie przedmiotu, student uzyskuje ocenę niedostateczną i traci prawo do zaliczenia przedmiotu w jego bieżącej realizacji.
9. Rejestrowanie dźwięku i obrazu przez studentów w trakcie zajęć jest zabronione.
10. Prowadzący zajęcia umożliwia studentowi wgląd do jego ocenionych prac pisemnych do końca danego roku akademickiego w terminach konsultacji.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. P. Jastrzębski, J. Mutermilch, W. Orłowski, Wytrzymałość Materiałów, Arkady, Warszawa 1985.
2. A. Glinicka , Wytrzymałość Materiałów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011.
3. M. Banasiak i inni, Ćwiczenia laboratoryjne z wytrzymałości materiałów, PWN, Warszawa 1985.
4. J. Grabowski, A. Iwanczewska, Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów , Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001. 5.W. Orłowski, L. Słowański, Wytrzymałość Materiałów, Przykłady obliczeń, PWN, Warszawa 1985

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Program studiów opracowany na podstawie programu nauczania zmodyfikowanego w ramach Zadania 38 Programu Rozwojowego Politechniki Warszawskiej

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W01\_01 :**

Ma ogólną wiedzę na temat pracy konstrokcji, jej analizy statycznej, obliczeń inżynierskich i wymiarowania elementów konstrukcyjnych

Weryfikacja:

Egzamin pisemny po IV semestrze. Zaliczenie ćwiczeń audytoryjnych w formach pisemnych. Prace projektowe i ich obrony w formie pisemnej. (W1-W14)(Ć1-Ć12)(P1-P12)

**Powiązane efekty kierunkowe:** B1A\_W01\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01

**Efekt W03\_01 :**

Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę związaną z mechaniką konstrukcji budowlanych

Weryfikacja:

Egzamin pisemny po IV semestrze. Zaliczenie ćwiczeń audytoryjnych w formach pisemnych. Prace projektowe i ich obrony w formie pisemnej. (W1-W14)(Ć1-Ć12)(P1-P12)

**Powiązane efekty kierunkowe:** B1A\_W03\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03

**Efekt W04\_01 :**

Ma szczegółową wiedzę w zakresie wyznaczania sił przekrojowych, naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w statycznie wyznaczalnych układach prętowych, przy złożonych stanach obciążeń, z uwzględnieniem wyboczenia i z zastosowaniem hipotez wytrzymałościowych, określania nośności układów prętowych w stanie sprężystym i sprężysto - plastycznym.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny po IV semestrze. Zaliczenie ćwiczeń audytoryjnych w formach pisemnych. Prace projektowe i ich obrony w formie pisemnej. (W1-W14)(Ć1-Ć12)(P1-P12)

**Powiązane efekty kierunkowe:** B1A\_W04\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04

**Efekt W07\_01:**

Zna podstawowe metody wyznaczania sił przekrojowych, naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w statycznie wyznaczalnych układach prętowych, przy złożonych stanach obciążeń, z uwzględnieniem wyboczenia i z zastosowaniem hipotez wytrzymałościowych ,oraz wyznaczania ich nośności w stanie sprężystym i sprężysto - plastycznym.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny po IV semestrze. Zaliczenie ćwiczeń audytoryjnych w formach pisemnych. Prace projektowe i ich obrony w formie pisemnej. (W1-W14)(Ć1-Ć12)(P1-P12)

**Powiązane efekty kierunkowe:** B1A\_W07\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01\_01 :**

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury i innych źródeł oraz wykorzystywać je do rozwiązywania zadań

Weryfikacja:

Egzamin pisemny po IV semestrze. Zaliczenie ćwiczeń audytoryjnych w formach pisemnych. Prace projektowe i ich obrony w formie pisemnej. (W1-W14)(Ć1-Ć12)(P1-P12)

**Powiązane efekty kierunkowe:** B1A\_U01\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01

**Efekt U08\_01 :**

Potrafi doświadczalnie wyznaczać podstawowe właściwości materiałów konstrukcyjnych

Weryfikacja:

Zaliczenie laboratorium, obserwacja podczas pracy.(L1-L6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** B1A\_U08\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08

**Efekt U14\_01:**

Potrafi identyfikować schematy statyczne konstrukcji oraz analizować je w celu wymiarowania.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny po III semestrze. Zaliczenie ćwiczeń audytoryjnych w formach pisemnych. Prace projektowe i ich obrony w formie pisemnej.

**Powiązane efekty kierunkowe:** B1A\_U14\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U14

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K03\_01 :**

Ma umiejętność indywidualnej i zespołowej pracy dotyczącej rozwiązyywania zadań

Weryfikacja:

Prace projektowe i ich obrony w formie pisemnej. Zaliczenie laboratorium, obserwacja podczas pracy.(P1-P12)(L1-L6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** B1A\_K03\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03