**Nazwa przedmiotu:**

Wytrzymałość materiałów

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. / Wojciech Korzybski / starszy wykładowca

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika i Budowa Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

MS1A\_04\_02

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Wykłady: liczba godzin według planu studiów - 30, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 10, przygotowanie do egzaminu - 20, razem - 60; Ćwiczenia: liczba godzin według planu studiów - 15, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 5, przygotowanie do zajęć - 10 h, przygotowanie do kolokwium - 20, razem - 50; Laboratoria: liczba godzin według planu studiów - 15, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 5, przygotowanie do zajęć - 5, opracowanie wyników - 5, napisanie sprawozdania - 10, razem - 40; Razem - 150

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

Wykłady - 30 h, Ćwiczenia - 15 h, Laboratoria - 15 h, Razem - 60 h = 2,4 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2

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

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

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

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

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest uzyskanie przez studentów wiedzy z zagadnień związanych z obliczeniami wytrzymałościowymi polegającymi na określaniu stanu naprężenia i stanu odkształcenia w prostych, jak i złożonych stanach naprężeń. Zakres tematyczny zajęć praktycznych (ćwiczenia) umożliwia uzyskanie umiejętności związanych z projektowaniem i obliczaniem elementów konstrukcyjnych maszyn i urządzeń technicznych.

**Treści kształcenia:**

W1 - Formułowanie zadań liniowej sprężystości na przykładzie zadania dwuwymiarowego (PSN) (równania równowagi, równanie nierozdzielności, warunki brzegowe, superpozycje, statycznie dopuszczalne pola naprężeń i kinematycznie dopuszczalne pola przemieszczeń). W2 - Informacja o zasadzie de Saint Venanta i ograniczeniach jej stosowalności. W3 - Transformacje szczególne współrzędnych naprężenia i odkształcenia, koła Mohra. W4 - Hipotezy wytrzymałościowe. W5 - Złożone przypadki oddziaływań przekrojowych w belkach, wymiarowanie belek, ograniczenia stosowalności modelu belki. W6 - Energia sprężysta, zasada zachowania. W7 - Twierdzenia o wzajemności prac i ich zastosowanie do obliczania przemieszczeń belek i układów belkowych. W8 - Statycznie niewyznaczalne układy belkowe, równania nierozdzielności Maxwella-Mohra. W9 - Stateczność belek w ujęciu Eulera, przykłady ścieżek równowagi układów złożonych. W10 - Ogólna informacja o własnościach konstrukcji powłokowych (stan zgięciowy i błonowy). W11 - Ogólna informacja o metodzie elementów skończonych – MES (sformułowania lokalne i globalne, twierdzenia o minimum energii potencjalnej i minimum energii dopełniającej, aproksymacje, przykłady wyników analiz MES). W12 - Informacja o metodach nośności granicznej stosowanych w Podstawach Konstrukcji Maszyn (zadania nośności granicznej, znaczenie modelu sztywno-plastycznego, oszacowania nośności na podstawie twierdzeń ekstremalnych, techniczne obliczenia połączeń śrubowych, wpustowych, spawanych, nitowych itp).
C1-C3 - Wyznaczanie przemieszczeń w układach płaskich. Twierdzenie Castigliana. C4-C6 - Wyznaczanie reakcji w układach statycznie niewyznaczalnych. Twierdzenie Menabrei. Metoda Maxwella-Mohra.
L1 - Zajęcia organizacyjne. Szkolenie BHP. L2 - Pomiar twardości metali. L3 - Pomiar twardości metali. L4 - Statyczna próba rozciągania. L5 - Próba udarności metali. L6 - Zmęczenie metali. L7 - Zajęcia poprawkowe.

**Metody oceny:**

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest: - uzyskanie pozytywnej oceny z ćwiczeń audytoryjnych (średnia arytmetyczna z pozytywnych ocen z dwóch sprawdzianów z zakresu ćwiczeń audytoryjnych: 1.wyznaczanie przemieszczeń w układach płaskich, 2.wyznaczanie reakcji w układach statycznie niewyznaczalnych), - uzyskanie pozytywnej oceny z teorii z zakresu materiału zrealizowanego na wykładach w trakcie egzaminu, - uzyskanie pozytywnej oceny z laboratorium. Dla każdego sprawdzianu przewidziany jest termin poprawkowy. Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią ważoną, przy czym wagi wynoszą: ćwiczenia audytoryjne 0,6; teoria z zakresu materiału zrealizowanego na wykładach 0,4. Egzamin przeprowadzony jest w formie pisemnej i ustnej. W czasie egzaminu nie można korzystać z pomocy naukowych i notatek.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Brzóska Z.: Wytrzymałość materiałów, PWN, Warszawa 1979; 2. Ciszewski A. i in.: Laboratorium badania metali, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1995; 3. Dąbrowski Z.: Wały maszynowe, PWN, Warszawa 1999; 4. Grabowski J.: Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów, Politechnika Warszawska, Warszawa 1994; 5. Jakliński L.: Ćwiczenia z wybranych zagadnień wytrzymałości materiałów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999; 6. Jakubowicz A., Orłoś Z.: Wytrzymałość materiałów, PWT, Warszawa 1978; 7. Polska Norma: PN-EN 10002-1+AC1, PN-ISO 1024, PN-EN 10045-1, PN-91 H-04355; 8. Rżysko J.: Statyka i wytrzymałość materiałów, PWN, Warszawa 1977; 9. Rżysko J., Rajfert T.: Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1973; 10. Zakrzewski M.: Wytrzymałość materiałów, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1975; 11. Żuchowski R.: Wytrzymałość materiałów, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1998; 12. Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłoś Z.: Wytrzymałość materiałów, WNT Warszawa 1997; 13. Jakubowicz A.: Wytrzymałość materiałów, WNT, Warszawa 1978; 14. Leyko J.: Mechanika ogólna. Tom I, PWN, Warszawa 1976; 15. Leyko J.: Zbiór zadań z mechaniki. Część I, PWN, Warszawa, 1971.

**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\_02:**

Ma wiedzę z podstawowych pojęć fizyki klasycznej niezbędną do zrozumienia zagadnień związanych z treściami merytorycznymi przedmiotu oraz formułowania i rozwiązywania zadań związanych z wytrzymałością materiałów.

Weryfikacja:

Pisemny egzamin opisowy (W1 - W14); Kolokwium, pisemny egzamin zadaniowy (C1 - C6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_W01\_02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01

**Efekt W03\_01:**

Ma uporządkowaną wiedzę ogólną związaną z wytrzymałością materiałów, w tym wiedzę dotyczącą określania stanu naprężenia i stanu odkształcenia w prostych, jak i złożonych stanach naprężeń.

Weryfikacja:

Pisemny egzamin opisowy (W1 - W14); Kolokwium, pisemny egzamin zadaniowy (C1 - C6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_W03\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03

**Efekt W03\_04:**

Ma podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie wytrzymałości materiałów w tym wiedzę dotyczącą zakresu zastosowań typowych i specjalnych metod obliczeń wytrzymałościowych elementów konstrukcji mechanicznych.

Weryfikacja:

Sprawozdanie (L1 - L6); Zaliczenie (L1 - L6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_W03\_04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03

**Efekt W04\_01:**

 Ma szczegółową wiedzę w zakresie metod wyznaczanie przemieszczeń w układach płaskich oraz obliczania reakcji w układach statycznie niewyznaczalnych.

Weryfikacja:

Kolokwium, pisemny egzamin zadaniowy (C1 - C6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_W04\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04

**Efekt W07\_02:**

Zna podstawowe zasady, metody, techniki i narzędzia badań i opracowywania wyników pomiarów wielkości fizycznych, w tym właściwości mechanicznych i wytrzymałościowych materiałów konstrukcyjnych.

Weryfikacja:

Sprawozdanie (L1 - L6); Zaliczenie (L1 - L6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_W07\_02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01\_02:**

Potrafi korzystając z katalogów i norm znaleźć odpowiednie własności materiałów konstrukcyjnych.

Weryfikacja:

Sprawozdanie (L1 - L6); Zaliczenie (L1 - L6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_U01\_02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01

**Efekt U09\_01:**

 Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne do wyznaczania przemieszczeń w układach płaskich oraz obliczania reakcji w układach statycznie niewyznaczalnych.

Weryfikacja:

Kolokwium, pisemny egzamin zadaniowy (C1 - C6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_U09\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09

**Efekt U09\_03:**

 Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do wyznaczania przemieszczeń w układach płaskich oraz obliczania reakcji w układach statycznie niewyznaczalnych.

Weryfikacja:

Kolokwium, pisemny egzamin zadaniowy (C1 - C6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_U09\_03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09

**Efekt U15\_03:**

 Potrafi wykorzystując metody klasyczne wyznaczać przemieszczenia w układach płaskich oraz obliczać reakcje w układach statycznie niewyznaczalnych.

Weryfikacja:

Kolokwium, pisemny egzamin zadaniowy (C1 - C6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_U15\_03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U15