**Nazwa przedmiotu:**

Wytrzymałość materiałów I

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Gołoś

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych

**Grupa przedmiotów:**

Wytrzymałość materiałów

**Kod przedmiotu:**

1150-00000-ISP-0202

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 65., w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) ćwiczenia - 30 godz.;
c) konsultacje : (wykład – 1 godz. + ćwiczenia –1 godz.) - 2 godz.;
d) egzamin - 3 godz.;
2) Praca własna studenta – 75 godzin, w tym:
a) 30 godz. – bieżące przygotowywanie się do ćwiczeń i wykładów (analiza literatury),
b) 30 godz. - przygotowywanie się do 4 kolokwiów,
c) 15 godz. –przygotowywanie się do egzaminu.
3) RAZEM – 140 godz..

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

2,6 punktów ECTS – liczba godzin kontaktowych - 65., w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) ćwiczenia - 30. godz.;
c) konsultacje - : (wykład – 1 godz. + ćwiczenia –1 godz.) - 2 godz.;
d) egzamin - 3 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

-

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawowa wiedza z matematyki, materiałów konstrukcyjnych i mechaniki (wysłuchanie wykładu Matematyka, Materiały konstrukcyjne, Mechanika I)

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Poznanie podstaw w zakresie mechaniki materiałów, w tym w zakresie stanu naprężeń i odkształceń w elementach konstrukcji mechanicznych, niezbędnych do prowadzenia analiz wytrzymałościowych.

**Treści kształcenia:**

Wykład. Wiadomości wstępne. /Podstawowe założenia. Siły wewnętrzne w układach prętowych - klasyfikacja prostych zagadnień wytrzymałości prętów. Podstawowe pojęcia - naprężenie, odkształcenie, przemieszczenie. Podstawowe związki. Prawo Hooke’a. Zasada de Saint Venanta. Właściwości mechaniczne materiałów. Statyczna próba rozciągania. Współczynnik bezpieczeństwa. Naprężenia dopuszczalne./ Zagadnienie prętów prostych obciążonych osiowo. /Siły wewnętrzne. Naprężenia. Przemieszczenia. Statycznie niewyznaczalne pręty obciążone osiowo. Układy prętów obciążonych osiowo. Naprężenia termiczne. Naprężenia montażowe./ Momenty bezwładności przekrojów. /Tw. Steinera. Okrąg Mohra dla momentów bezwładności/. Zagadnienie skręcania prętów o przekrojach kołowych. /Siły wewnętrzne. Stan naprężenia. Naprężenia styczne. Wskaźnik przekroju na skręcanie. Równanie równowagi. Przemieszczenia w prętach skręcanych. Pręty skręcane statycznie niewyznaczalne. Obliczenia wytrzymałościowe prętów skręcanych./ Zagadnienie zginania prętów. /Siły wewnętrzne w belkach prostych i zakrzywionych. Równania równowagi. Naprężenia normalne i styczne. Wskaźnik przekroju na zginanie. Ramy płaskie. Obliczenia wytrzymałościowe na zginanie. Naprężenia przy ścinaniu technicznym. /Połączenia klejone. nitowane, spawane./ Zginanie ukośne. Przemieszczenia w pręcie zginanym. Równanie osi ugiętej. Warunki brzegowe. Metoda Clebscha całkowania równania osi ugiętej. Metoda superpozycji. Statycznie niewyznaczalne pręty zginane./ Płaski stan naprężenia i odkształcenia. /Transformacja składowych stanu naprężenia. Kierunki główne dla płaskiego stanu. Naprężenia główne. Koło Mohra dla stanu naprężenia. Transformacja składowych stanu odkształcenia. Kierunki główne dla płaskiego stanu odkształcenia. Odkształcenia główne. Okrąg Mohra dla stanu odkształcenia. Uogólnione prawo Hooke’a. / Hipotezy wytężeniowe. / Wytężenie materiału. Pojęcie naprężenia zastępczego. Hipoteza Galileusza. Hipoteza Mariotta. Hipoteza Coulomba-Tresci-Guesta. Hipoteza Beltramiego. Hipoteza Hubera-Misesa-Henckyego. Zasady obliczeń wytrzymałościowych dla płaskiego stanu naprężenia./
Ćwiczenia. Jednowymiarowe zagadnienia rozciąganych/ściskanych prętów prostych - obliczanie odkształceń i naprężeń w prętach prostych rozciąganych. Proste przypadki statycznie niewyznaczalne. Naprężenia termiczne. Naprężenia montażowe. Momenty bezwładności przekrojów. Jednowymiarowe zagadnienia skręcanych prętów: obliczanie odkształceń i naprężeń w prętach skręcanych o przekrojach kołowych. Proste przypadki statycznie niewyznaczalne. Zginanie belek. Obliczanie sił wewnętrznych w układach prętowych - pręty proste i zakrzywione, ramy płaskie. Naprężenia normalne i tnące. Naprężenia przy ścinaniu technicznym. Linia ugięcia. Wyznaczanie przemieszczeń metodą Clebscha. Analiza stanu naprężenia. Okrąg Mohra. Płaski stan naprężenia Płaski stan odkształcenia . Hipotezy wytężeniowe dla płaskiego stanu naprężenia. Przykłady obliczeń wytrzymałościowych elementów konstrukcyjnych dla płaskiego stanu naprężenia.

**Metody oceny:**

Ćwiczenia: Do zaliczenia ćwiczeń wymagane jest uzyskanie pozytywnej (dostatecznej) oceny ze wszystkich 4 kolokwiów. Zaliczenie ćwiczeń jest warunkiem koniecznym dopuszczenia do egzaminu.
Wykład :Przedmiot Wytrzymałość materiałów I jest przedmiotem kończącym się egzaminem pisemnym. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnej oceny z ćwiczeń i egzaminu.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Z.Dyląg, A. Jakubowicz, Z. Orłoś, Wytrzymałość materiałów, WNT, Tom I-1996, Tom II - 1997.
2. R. Pyrz, A. Tylikowski, Wytrzymałość materiałów, WPW, 1983.
3. Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów, Praca zbiorowa pod redakcją K. Gołosia i J. Osińskiego, WPW, 2014.
4. E.Niezgodziński, T. Niezgodziński, Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów, WNT, Warszawa.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-00000-ISP-0202\_W1:**

 Zna podstawowe pojęcia i związki z wytrzymałości materiałów. Naprężenie, odkształcenie. Zasada de Saint Venanta. Prawo Hooke’a. Ma wiedzę o właściwościach mechanicznych materiałów konstrukcyjnych. Ma wiedzę o współczynniku bezpieczeństwa i naprężeniach dopuszczalnych. Ma wiedzę o wyznaczaniu przy rozciąganiu ( ściskaniu): sił wewnętrznych, naprężeń, przemieszczeń w układach statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych. Posiada wiedzę o spiętrzeniu naprężeń, o naprężenia termicznych i naprężeniach montażowych. Ma wiedzę o prowadzeniu obliczeń wytrzymałościowych na rozciąganie (ściskanie).

Weryfikacja:

Egzamin. Sprawdzian pisemny w czasie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W04, K\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W03, T1A\_W07

**Efekt 1150-00000-ISP-0202\_W2:**

Ma wiedzę o zagadnieniu skręcania prętów o przekrojach kołowych /siły wewnętrzne, naprężenia, przemieszczenia kątowe/ w układach statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych. Potrafi wyznaczyć geometryczne charakterystyki przekroju. Ma wiedzę o obliczeniach wytrzymałościowych i sztywnościowych prętów skręcanych o przekrojach kołowych.

Weryfikacja:

Egzamin. Sprawdzian pisemny w czasie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W04, K\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W03, T1A\_W07

**Efekt 1150-00000-ISP-0202\_W3:**

Zna zasady wyznaczania sił wewnętrznych przy zginaniu prętów prostych i zakrzywionych. Ma wiedzę o wyznaczaniu naprężeń normalnych i stycznych przy zginaniu. Zna zagadnienie ścinania technicznego. Ma podstawowa wiedzę o obliczeniach połączenia klejonego, nitowanego, sworzniowego. Zna równanie osi ugiętej. Zna zasady i metody wyznaczania przemieszczenia w pręcie zginanym. Zna zasady obliczeń wytrzymałościowych i sztywnościowych na zginanie belek, ram płaskich – statycznie wyznaczalnych.

Weryfikacja:

Egzamin. Sprawdzian pisemny w czasie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W04, K\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W03, T1A\_W07

**Efekt 1150-00000-ISP-0202\_W4:**

Zna podstawy zagadnienia płaskiego stanu naprężenia. /Składowe stanu naprężenia w punkcie. Transformacji składowych stanu naprężenia. Kierunki główne dla płaskiego stanu naprężenia i naprężenia główne. Interpretacja za pomocą okręgu Mohra./ Zna zależności pomiędzy stanem naprężenia i odkształcenia.
Zna podstawy wyznaczania naprężenia zredukowanego dla płaskiego stanu naprężenia według danej hipotezy / Coulomb-Tresca-Guest , Huber-Mises-Hencky/. Posiada wiedzę o przeprowadzaniu obliczeń wytrzymałościowych dla elementów konstrukcyjnych, w warunkach złożonego płaskiego stanu naprężenia.

Weryfikacja:

Egzamin. Sprawdzian pisemny w czasie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W04, K\_W05, K\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W09, InzA\_W04

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-00000-ISP-0202\_U1:**

Umie wyznaczać siły wewnętrzne. Umie wykonać obliczenia wytrzymałościowe na rozciąganie (ściskanie) w układach statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych.

Weryfikacja:

Egzamin. Sprawdzian pisemny w czasie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U04, K\_U24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U03, T1A\_U04, T1A\_U15, InzA\_U07

**Efekt 1150-00000-ISP-0202\_U2:**

Umie analizować zagadnienie skręcania prętów o przekrojach kołowych. . Umie wykonać obliczenia wytrzymałościowe i sztywnościowe prętów skręcanych o przekrojach kołowych.

Weryfikacja:

Egzamin. Sprawdzian pisemny w czasie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U04, K\_U07, K\_U24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U03, T1A\_U04, T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, T1A\_U15, InzA\_U07

**Efekt 1150-00000-ISP-0202\_U3:**

Umie wyznaczać siły wewnętrzne, naprężenia w belkach i ramach płaskich - statycznie wyznaczalnych .Potrafi wyznaczyć przemieszczenia w belkach prostych. Umie wykonać obliczenia wytrzymałościowe i sztywnościowe na zginanie takich ustrojów..

Weryfikacja:

Egzamin. Sprawdzian pisemny w czasie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U04, K\_U24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U03, T1A\_U04, T1A\_U15, InzA\_U07

**Efekt 1150-00000-ISP-0202\_U4:**

Potrafi przeprowadzić analizę stanu naprężenia lub odkształcenia / wyznaczyć kierunki główne dla płaskiego stanu naprężenia i naprężenia główne, podać interpretację stanu naprężenia za pomocą okręgu Mohra /.
Umie wyznaczyć naprężenia zredukowane według danej hipotezy / Coulomb-Tresca-Guest , Huber-Mises-Hencky/. Umie przeprowadzić obliczenia wytrzymałościowe dla elementów konstrukcyjnych, w warunkach złożonego płaskiego stanu naprężenia.

Weryfikacja:

Egzamin. Sprawdzian pisemny w czasie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U04, K\_U24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U03, T1A\_U04, T1A\_U15, InzA\_U07

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-00000-ISP-0202\_K1:**

Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera-mechanika, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.

Weryfikacja:

Egzamin. Sprawdzian pisemny w czasie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_K01, K\_K02, K\_K03, K\_K04, K\_K05, K\_K06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K01, T1A\_K02, InzA\_K01, T1A\_K05, T1A\_K03, T1A\_K04, T1A\_K06, InzA\_K02, T1A\_K07