**Nazwa przedmiotu:**

Wytrzymałość materiałów II

**Koordynator przedmiotu:**

Jan Obrębski, Prof. zw. dr hab. inż., Aniela Glinicka, Prof. PW, dr hab. inż.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

WYTRZ2

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2013/2014

**Liczba punktów ECTS:**

7

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

Razem 175 godz.= 7 ECTS: wykład 45 godz., ćwiczenia audytoryjne 15 godz., ćwiczenia projektowe 15 godz., laboratorium 15 godz., przygotowanie prac projektowych 30 godz.,
przygotowanie do sprawdzianów 25 godz., przygotowanie do egzaminu 20 godz., konsultacje, kolokwia, egzamin ustny i pisemny 10 godz.

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

Razem 100 godz.=4 ECTS: wykład 45 godz., ćwiczenia audytoryjne 15 godz., ćwiczenia projektowe 15 godz., laboratoria 15 godz., konsultacje, kolokwia, egzamin ustny i pisemny 10 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 75 godz.=3,0 ECTS: przygotowanie prac projektowych 30 godz., przygotowanie do sprawdzianów 25 godz, przygotowanie do egzaminu 20 godz.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 45h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowe wiadomości z rachunku różniczkowego i całkowego, algebry liniowej, metod numerycznych, mechaniki teoretycznej oraz z wytrzymałości materiałów wymienione w karcie przedmiotu Wytrzymałość Materiałów I. <br>Wiadomości te powinny być udokumentowane uzyskaniem pozytywnej oceny z egzaminów z Matematyki I i II oraz z Mechaniki Teoretycznej oraz z ćwiczeń z Wytrzymałości Materiałów I.

**Limit liczby studentów:**

Bez limitu

**Cel przedmiotu:**

W RAMACH WYKŁADÓW prowadzonych przez OBYDWÓCH WYKŁADOWCÓW student nabywa umiejętności:
<ol><li>Identyfikacja i rozwiązywanie zagadnień złożonego obciążenia prętów o przekrojach litych i cienkościennych otwartych <li>Rozumienie pojęcia sprężysto-plastycznej i plastycznej pracy pręta. <li>Wyznaczanie nośności granicznej dowolnie obciążonego statycznie wyznaczalnego pręta i nośności prostych belek statycznie niewyznaczalnych. <li>Wyznaczanie obciążeń krytycznych pręta osiowo ściskanego – wyboczenie. <li>Zrozumienie podstaw metody elementów skończonych w zastosowaniu do płaskich konstrukcji prętowych. <li>Identyfikacja i podstawy rozwiązywania szczególnych przypadków tarcz w płaskim stanie naprężenia i odkształcenia oraz szczególnych przypadków płyt cienkich.</ol>
W RAMACH WYKŁADÓW prowadzonych przez prof. J.B.Obrębskiego dodatkowo są przekazywane studentom następujące wiadomości:
<ol><li>Wytrzymałość złożona dla prętów prostych o dowolnych przekrojach, w tym: jednorodnych, kompozytowych i cienkościennych (jak w Wytrzymałości Materiałów I).
<li>Krótka informacja na temat belek na podłożu sprężystym.
<li>Wyznaczanie obciążeń krytycznych dla prętów prostych o dowolnych przekrojach (jak w Wytrzymałości Materiałów I) - wyboczenie sprężyste i niesprężyste. <li>Utrata stateczności giętnej, skrętnej i giętno-skrętnej, przy mimośrodowym ściskaniu i przy zginaniu. <li>Obliczenia wytrzymałościowe z uwzględnieniem utraty stateczności prętów.
<li>Omówienie zastosowań metod numerycznych i komputerowych do omawianych zagadnień, w tym Metody Różnic Skończonych, Metody Elementów Skończonych i powszechnie stosowanych programów komercyjnych tj. MathCAD i MS Excel.</ol>
ĆWICZENIA, prace projektowe i sprawdziany w obydwu ciągach są identyczne i skupiają się na: wytrzymałości złożonej, metodzie nośności granicznej i na wyboczeniu prętów prostych.

**Treści kształcenia:**

W RAMACH WYKŁADÓW prowadzonych przez OBYDWÓCH WYKŁADOWCÓW są przekazywane następujące treści merytoryczne:<ol><li>
Zagadnienia wytrzymałości złożonej: zginanie ukośne, ściskanie (rozciąganie) mimośrodowe, rdzeń przekroju, nacisk fundamentu na grunt. <li>Belka na sprężystym podłożu. <li>Wytrzymałość prętów cienkościennych o przekroju otwartym. <li>Doświadczalne badania własności mechanicznych materiałów stal, aluminium, drewno, beton) oraz metody badań prostych i złożonych stanów odkształcenia i naprężenia - tensometria i elastooptyka. <li>Podstawowe hipotezy wytrzymałościowe, ich zastosowanie i zakres stosowalności. <li>Sprężysto-plastyczne i plastyczne własności materiałów. <li>Nośność graniczna prętów obciążonych osiowo i mimośrodowo oraz prętów zginanych. <li>Uwagi na temat skręcania sprężysto-plastycznego prętów. <li>Twierdzenia ekstremalne teorii nośności granicznej i ich zastosowania w obliczeniach prostych belek statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych. <li>Obciążenia krytyczne dla prętów ściskanych osiowo – zagadnienia wyboczenia sprężystego i niesprężystego – siła krytyczna i podstawowe metody jej wyznaczania. <li>Podstawy metody elementów skończonych w zagadnieniach płaskich układów prętowych: podstawowe sformułowania metody, element kratowy i jego zastosowanie, element belkowy i jego zastosowanie w prostym układzie ramowym. <li>Wprowadzenie do zagadnień analizy tarcz i płyt: identyfikacja i podstawowe sformułowanie zagadnień, możliwe uproszczenia i ich konsekwencje, analiza szczególnych przypadków geometrii i obciążenia – zginanie walcowe płyty i zagadnienia obrotowo symetryczne tarcz i płyt oraz płyta prostokątna obciążona równomiernie.</ol>
W RAMACH WYKŁADÓW prowadzonych przez prof. J.B.Obrębskiego studenci poznają dodatkowo następujące treści merytoryczne:
<ol><li>Wytrzymałość złożona z uwzględnieniem skręcania dla prętów o przekrojach dowolnych, w tym o przekrojach cienkościennych. <li>Rozwinięcie wiadomości podanych w semestrze trzecim, dotyczących podstawowych pojęć i związków teorii prętów cienkościennych. <li>Przykłady obliczeń dla prętów o wybranych przekrojach cienkościennych otwartych i zamkniętych
<li>Krótkie omówienie na wykładzie zagadnień nie objętych programem ćwiczeń laboratoryjnych dotyczących badań doświadczalnych materiałów i całych konstrukcji. Ta część informacji poparta jest przykładami dostępnymi na konferencjach światowych i dotyczącymi badań prowadzonych w znanych laboratoriach zagranicznych.
<li>Określanie obciążeń krytycznych dla prętów o dowolnych przekrojach (jak wyżej) i różnych warunkach brzegowych.
<li>Informacja o utracie stateczności giętnej, skrętnej, giętno-skrętnej, przy mimośrodowym ściskaniu i przy zginaniu.
<li>Zastosowanie metod komputerowych a szczególnie Metody Elementów Skończonych i Metody Różnic Skończonych w analizie płaskich układów prętowych, w tym do określania obciążeń krytycznych (ogólnie pojętej utraty stateczności). <li>Rozwinięcie podstaw teoretycznych i zastosowań metody elementów skończonych.</ol>

**Metody oceny:**

<b>Podstawą zaliczenia ćwiczeń jest:</b> wykonanie dwóch prac projektowych, zaliczenie 3 pisemnych sprawdzianów tematycznych na 17 punktów z 30 możliwych do zdobycia oraz zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych (warunkiem zaliczania ćwiczeń laboratoryjnych jest obecność na wszystkich ćwiczeniach, oddanie sprawozdań i zaliczanie sprawdzianu końcowego).<br> Po zaliczeniu ćwiczeń student przystępuje do <b>egzaminu pisemnego i po jego zaliczeniu do egzaminu ustnego</b>. Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest ponadto uzyskanie pozytywnej oceny z egzaminu z Wytrzymałości Materiałów I. Egzaminy odbywają się tylko wyznaczonych terminach w czasie sesji: 2 w sesji letniej, jeden w jesiennej i jeden w zimowej.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] Obrębski J.B. Wytrzymałość Materiałów. Notatki. Micro-Publisher JBO. Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1997.<br>
[2] Notatki do wykładów i przykłady zadań zamieszczone na stronie internetowej Zakładu co rok aktualizowane. <br>
[3] Grabowski J. Iwanczewska A.: Zbiór zadań z Wytrzymałości materiałów. Wydawnictwo PW.<br>
Literatura uzupełniająca: <br>
[1] Jastrzębski P. Mutermilch J. Orłowski W.– Wytrzymałość Materiałów, Arkady1985.<br>
[2] Jemioło S. Szwed A. Wojewódzki W. Teoria Sprężystości i Plastyczności – skrypt w przygotowaniu.<br>
[3] Garstecki A. Dębiński J. Wytrzymałość Materiałów. Wydanie internetowe Alma Mater Politechniki Poznańskiej.<br>
[4] Bijak-Żochowski M – red.: Mechanika Materiałów i Konstrukcji. Wydawnictwo PW. <br>
[5] Jastrzębski P. Mutermilch J. Orłowski W.– Wytrzymałość Materiałów.

**Witryna www przedmiotu:**

www.il.pw.edu.pl Strona Zakładu

**Uwagi:**

<b>Przedmiot wymaga systematycznej pracy.</b>
Treści merytoryczne przekazywane studentom w obydwu ciągach wykładowych mogą się nieco różnić. Natomiast prace projektowe i sprawdziany są bardzo ujednolicone. Egzamin jest wspólny.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt WYTRZ2W1:**

Ma wiedzę na temat złożonego działania sił przekrojowych w prętach prostych, zna podstawowe hipotezy wytrzymałościowe, zna podstawy mechaniki prętów cienkościennych o przekroju otwartym, ma wiedzę na temat stateczności prętów, zna podstawy metody nośności granicznej w odniesieniu do prętów.

Weryfikacja:

prace projektowe, sprawdziany, egzamin pisemny i ustny

**Powiązane efekty kierunkowe:** K1\_W01, K1\_W04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W05, T1A\_W06, T1A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt WYTRZ2U1:**

Potrafi wyznaczać naprężenia i przemieszczenia w przypadku złożonego działania sił przekrojowych w prętach prostych, w tym w prętach cienkościennych o przekroju otwartym, potrafi wykonywać wstępne obliczenia statyczne z uwzględnieniem wyboczenia, potrafi rozwiązać prostą belkę na podłożu sprężystym, potrafi wyznaczyć obciążenie graniczne dla belek.

Weryfikacja:

prace domowe, sprawdziany, egzamin pisemny i ustny

**Powiązane efekty kierunkowe:** K1\_U05, K1\_U25

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U03, T1A\_U05, T1A\_U07, T1A\_U13, T1A\_U03, T1A\_U09

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt WYTRZ2K1:**

Potrafi samodzielnie zinterpretować końcowe wyniki obliczeń w ćwiczeniach projektowych. Potrafi sformułować wnioski i opisać wyniki prac własnych.

Weryfikacja:

ćwiczenia projektowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K1\_K01, K1\_K06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03, T1A\_K01, T1A\_K07