**Nazwa przedmiotu:**

Wytrzymałość materiałów I

**Koordynator przedmiotu:**

prof zw. PW dr hab. inż. Jan B. Obrębski oraz dr. hab. inż. Aniela Glinicka, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

WYTRZ1

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2015/2016

**Liczba punktów ECTS:**

7

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

Razem 175 godz. = 7 ECTS: wykład 45 godz.; ćwiczenia audytoryjne 23 godz.; ćwiczenia projektowe 22 godz.; przygotowanie prac projektowych 30 godz.; przygotowanie do sprawdzianów 20 godz.; przygotowanie do egzaminu 25 godz.; konsultacje, kolokwia, egzamin pisemny i ustny 10 godz.

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

Razem 100 godz. = 4 ECTS: wykład 45 godz., ćwiczenia audytoryjne 23 godz., ćwiczenia projektowe 22 godz., konsultacje, kolokwia, egzamin pisemny i ustny 10 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 75 godz. = 3,0 ECTS: ćwiczenia audytoryjne 23 godz., ćwiczenia projektowe 22 godz., przygotowanie prac projektowych 30 godz;

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 675h |
| Ćwiczenia: | 345h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 330h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowe wiadomości z rachunku różniczkowego i całkowego, w tym umiejętność obliczania pochodnych, całek i rozwiązywania prostych równań różniczkowych zwyczajnych. <br>Sporządzanie wykresów funkcji. Funkcje wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Elementy algebry liniowej w tym pojęcie wektora, macierzy, działania na macierzach, wartości i wektory własne.<br> Podstawowe wiadomości z mechaniki teoretycznej takie jak pojęcie siły, układu sił i ich wypadkowej, moment siły, równowagi sił. <br>Modele więzów – ich oddziaływanie. Siły czynne i bierne. Układy statycznie wyznaczalne. Przeguby w układach prętowych. Redukcja wewnętrzna w układach prętowych. <br>Kratownice płaskie. Wyznaczanie sił w prętach kratownicy. <br>Energia kinetyczna, energia potencjalna, zasada zachowania energii mechanicznej. Zasada prac wirtualnych. <br>Powyższe wiadomości powinny być udokumentowane zaliczeniem przynajmniej ćwiczeń z Matematyki I i II oraz z Mechaniki Teoretycznej.

**Limit liczby studentów:**

bez limitu

**Cel przedmiotu:**

<b>W RAMACH WYKŁADÓW prowadzonych przez OBYDWOJE WYKŁADOWCÓW student zdobywa umiejętności: </b>
<ol><li>Ocena podstawowych cech materiałowych - właściwości wytrzymałościowych materiałów. <li>Rozumienie pojęć stanu naprężenia, odkształcenia i przemieszczenia oraz zależności i związków pomiędzy nimi. <li>Wyznaczanie sił przekrojowych w statycznie wyznaczalnych płaskich układach prętowych (belki, ramy, łuki,kratownice). <li>Identyfikacja podstawowych przypadków obciążenia pręta. <li>Wyznaczanie naprężeń w elementach obciążonych osiowo, skręcanych, zginanych i ścinanych oraz w połączeniach spawanych i nitowanych. <li>Wyznaczanie przemieszczeń w belkach na podstawie równania różniczkowego osi odkształconej oraz twierdzeń energetycznych. <li>Wyznaczanie przemieszczeń w prostych układach prętowych. <li>Rozwiązywanie prostych belek statycznie niewyznaczalnych.<li>
W RAMACH WYKŁADÓW prowadzonych przez prof. J.B. Obrębskiego student dodatkowo poznaje:
Charakterystyki geometryczne dla przekrojów prętów kompozytowych - zbudowanych z kilku materiałów.</ol>
W ramach przedmiotu wszystkie rozważania dotyczą konstrukcji wykonanych z prętów jednorodnych lub kompozytowych w zakresie obliczania sił przekrojowych, przemieszczeń i naprężeń.<br>
Omawia się połączenie dla konstrukcji drewnianych i metalowych. Oprócz połączeń spawanych i nitowanych podaje się ogólne zasady projektowania połączeń na śruby, kołki, bolce, "na zamki" i zatrzaski.<br>
Omawia się wyznaczanie sił przekrojowych w prętach i przemieszczeń zarówno metodami analitycznymi jak i numerycznymi.<br>
<b>ĆWICZENIA, prace domowe i sprawdziany </b>w obydwu ciągach są identyczne i skupiają się na wyznaczaniu: sił przekrojowych, naprężeń i przemieszczeń w prostych układach prętowych.

**Treści kształcenia:**

W RAMACH WYKŁADÓW prowadzonych przez OBYDWOJE WYKŁADOWCÓW są przekazywane następujące treści merytoryczne:
<ol><li>Podstawowe własności fizyczne i wytrzymałościowe materiałów konstrukcyjnych. <li>Pręty proste obciążone osiowo – podstawowe związki fizyczne i geometryczne. <li>Podstawowe założenia dotyczące materiału, konstrukcji i obciążenia. <li>Stan naprężenia, odkształcenia przemieszczenia: równania równowagi, związki kinematyczne i równania nierozdzielności, związki konstytutywne, warunki brzegowe, zasada prac wirtualnych i twierdzenia energetyczne oraz zakres stosowalności wymienionych zasad i związków. <li>Charakterystyki geometryczne figur płaskich. <li>Siły przekrojowe w układach prętowych statycznie wyznaczalnych. Skręcanie prętów o przekrojach kolistych i pierścieniowych. Uwagi o skręcaniu prętów o innych przekrojach. Ścinanie techniczne – połączenia spawane i nitowane. Zginanie prętów: równania różniczkowe równowagi wewnętrznej w siłach i przemieszczeniach, zastosowanie tych równań i warunków brzegowych w obliczeniach belek. <li>Stan naprężenia w belkach. <li>Twierdzenia energetyczne i ich zastosowanie w zagadnieniach wyznaczania przemieszczeń w belkach i prostych układach prętowych. <li>Belki proste statycznie niewyznaczalne.
<li>W RAMACH WYKŁADÓW prowadzonych przez prof.J.B. Obrębskiego dodatkowo omawia się:<br>
Sposób obliczania charakterystyk geometrycznych dla przekrojów prętów kompozytowych- zbudowanych z kilku materiałów, w tym przekrojów cienkościennych: otwartych i zamkniętych. <br>
Zależności różniczkowe dla prętów prostych i zakrzywionych. Zagadnienie działania siły osiowej w pręcie prostym, po wyprowadzeniu wzorów na naprężenia, odkształcenia i na wydłużenie, kończy się podaniem elementu skończonego dla pręta kratownicy. Podaje się też pierwsze związki Metody Elementów Skończonych.<br>
Wyprowadza się wzory dla wytrzymałości złożonej prętów prostych o przekrojach pełnych, rozszerzając to później na pręty dowolne z uwzględnieniem skręcania, a w tym na pręty cienkościenne. <br>
Omawiając sposoby wyznaczania osi odkształconej pręta, metodą całkowania i metodą Clebscha przechodzi się do Metody Różnic Skończonych, a później do Metody Elementów Skończonych definiując skończone elementy dla belki, ramy płaskiej i ramy przestrzennej.<br>
Podczas wykładu pokazuje się obliczeń poszczególnych zagadnień prostymi programami dydaktycznymi, wykonywane w trybie prezentacji komputerowej na wykładzie „na żywo”. Wskazuje się możliwości wykonania obliczeń za pomocą komputerowych programów komercyjnych, w tym MathCADa i MS Excela. <br>
Podaje się też przykłady odpowiednich badań doświadczalnych, własnych i dostępnych w literaturze, przedstawiane za pomocą prezentacji komputerowej. Objaśniają one konkretne zagadnienia wytrzymałościowe. Poszczególne tematy są ilustrowane również przykładami nowatorskich w skali światowej konstrukcji objaśniającymi omawiany materiał.</ol>

**Metody oceny:**

Podstawą zaliczenia ćwiczeń jest: obecność na zajęciach, wykonanie prac projektowych oraz uzyskanie z pisemnych, ocenianych punktowo sprawdzianów, łącznie 60% możliwych do uzyskania punktów. Po zaliczeniu ćwiczeń student przystępuje do egzaminu pisemnego i po jego zaliczeniu do egzaminu ustnego. Egzaminy odbywają się tylko wyznaczonych terminach w czasie sesji: 2 w sesji zimowej, jeden w letniej i jeden w jesiennej. Szczegółowe zasady podane są w regulamin przedmiotu i ogłoszone na początku semestru.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] Obrębski J.B.: Wytrzymałość Materiałów. Notatki. Micro-Publisher JBO Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1997.<br>
[2] Glinicka A.: Wytrzymałość materiałów 1. OWPW, Warszawa 2011r.<br>
[3] Grabowski J. Iwanczewska A.: Zbiór zadań z Wytrzymałości materiałów. Wydawnictwo PW, 2008r.<br>
[4] Notatki do wykładów i przykłady zadań zamieszczone na stronie internetowej Zakładu (co rok aktualizowane). <br>
Literatura uzupełniająca: <br>
[1] Jastrzębski P. Mutermilch J. Orłowski W.– Wytrzymałość Materiałów t.1 Arkady 1985r.<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, 2006r.

**Witryna www przedmiotu:**

www.il.pw.edu.pl Strona Zakładu

**Uwagi:**

<b>Przedmiot wymaga systematycznej pracy.</b><br>
Jest realizowany w dwóch ciągach wykładowych: pierwszy dla grup o numerach 1 do 4 i drugi dla grup o numerach 5 do 8. Treści merytoryczne podawane w tych ciągach wykładowych nieco się różnią. Prace projektowe i sprawdziany są bardzo ujednolicone. Egzamin jest wspólny.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt WYTRZ1W1:**

ma wiedzę na temat podstawowych własności fizycznych i wytrzymałościowych materiałów konstrukcyjnych, zna podstawowe metody rozwiązywania belek, kratownic, ram i łuków statycznie wyznaczalnych, ma wiedzę na temat stanu naprężenia, odkształcenia i przemieszczenia ciał odkształcalnych

Weryfikacja:

prace domowe, 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 WYTRZ1U2:**

Ma umiejętność określania stanu naprężenia, odkształcenia i przemieszczenia ciała liniowo-sprężystego, potrafi wyznaczyć i przeanalizować naprężenia i przemieszczenia w prostych układach prętowych. Potrafi wyznaczyć siły przekrojowe w statycznie wyznaczalnych płaskich układach prętowych, potrafi wyznaczyć naprężenia i odkształcenia w prętach osiowo rozciąganych i ściskanych, zginanych, ścinanych oraz w połączeniach spawanych i nitowanych, potrafi obliczyć przemieszczenia w belkach, potrafi rozwiązać proste pręty statycznie niewyznaczalne.

Weryfikacja:

prace domowe projektowe, sprawdziany pisemne, 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 WYTRZ1K1:**

Potrafi samodzielnie zinterpretoewać 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