**Nazwa przedmiotu:**

Wytrzymałość materiałów i mechanika budowli (lab.)

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Szymon Imiełowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Podstawowe

**Kod przedmiotu:**

1110-IS000-ISP-3205

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

1

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

ćwiczenia laboratoryjne: 15 h, przygotowanie do ćwiczeń: 10 h. Razem: 25 h.

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

1

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

nie dotyczy

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

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

**Wymagania wstępne:**

Wiadomości z zakresu przedmiotów Wytrzymałość Materiałów i Mechanika Budowli (sem II), Matematyka (sem I i II), Fizyka (semI), Rysunek Techniczny (sem I)

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Celem zajęć jest zapoznanie studentów z metodami laboratoryjnymi badań podstawowych cech mechanicznych: wytrzymałościowych, plastycznych oraz sztywności, materiałów stosowanych w budownictwie lądowym i wodnym, ugruntowanie i lepsze zrozumienie wiadomości teoretycznych kursu Wytrzymałości Materiałów i Mechaniki Budowli. Charakterystyki są określane w próbach rozciągania, ściskania, zginania i udarności. Celem zajęć jest również zapoznanie studentów z metodami interpretacji otrzymanych wyników badań i doskonalenie umiejętności pracy zespołowej. Studenci przygotowują sprawozdania i bronią sprawozdania w zespołach 4-5 osobowych.

**Treści kształcenia:**

1.Laboratorium 1 - Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie zasad BHP. Prezentacja przyrządów i przetworników do pomiaru przemieszczeń (miarka milimetrowa, suwmiarka, mikrometr), odkształceń (tensometry) i siły (dynamometry), połączone z ćwiczeniami obsługi urządzeń pomiarowych. Przedstawienie schematów ideowych, zasady działania i podstawowych charakterystyk tensometrów, dynamometrów oraz krótkie omówienie zaplanowanych eksperymentów z uwzględnieniem opisu próbek, wykorzystywanych maszyn i przewidywanych wyników otrzymywanych w poszczególnych próbach. 2.Laboratorium 2 - Wzorcowanie urządzeń pomiarowych. Schemat i opis stanowisk badawczych do kalibracji czujnika przemieszczenia, dynamometru pałąkowego oraz oprzyrządowania do kalibracji maszyny wytrzymałościowej. Kalibracja urządzeń, omówienie wykresów charakterystyk przyrządów. Analiza błędów w przeprowadzonych kalibracjach. 3.Laboratorium 3 - Statyczne próby rozciągania metali. Próba zwykła: przedstawienie schematu i opis stanowiska badawczego, wykonanie próby i omówienie zawartości sprawozdania zawierającego wykres próby rozciągania, zestawienie wielkości pomierzonych: prędkości obciążenia przemieszczenia, odczytanych wartości Fe, Fm , Fu , obliczenia charakterystycznych naprężeń. Opis i wymiarowanie próbek, analiza odkształceń: obliczenie względnego wydłużenia i przewężenie. Krótka charakterystyka przełomu próbki. Inne uwagi dotyczące przebiegu próby i otrzymanych wyników (analiza błędów). Próba ścisła: wyznaczenie modułu Younga: przedstawienie schematu i opisu stanowiska badawczego, zasady działania wykorzystanego w próbie ekstensometru. Wykonanie próby i omówienie zawartości sprawozdania zawierającego obliczenia modułu Younga na podstawie pomierzonych wartości, wzory i obliczenia z uwzględnieniem analizy błędów. 4.Laboratorium 4 - Statyczna próba ściskania, próba udarności Próba ściskania próbek metalowych: przedstawienie schematu i opisu stanowiska badawczego, opis próbek (typ próbki, kształt i wymiary). Wykonanie prób i omówienie zawartości sprawozdania zawierającego wykres próby ściskania próbek metalowych, wymiary próbek, pomierzone prędkość obciążenia, odczytane wartości charakterystycznych obciążeń, wzory i obliczenia. Analiza skrócenia próbki. Próba ściskania próbek betonowych: wykonywane są dwie próby, z podkładkami gumowymi i bez podkładek gumowych. Opis przebiegu próby jak powyżej. Analiza wpływu tarcia na wyniki doświadczenia. Inne uwagi dotyczące przebiegu próby i otrzymanych wyników (analiza błędów). Próba udarności: : przedstawienie schematu i opisu stanowiska badawczego, opis próbek pomiarowych (typ próbki, kształt i wymiary). Wykonanie próby i omówienie zawartości sprawozdania zawierającego: typ próbki, kształt i wymiary, temperaturę przeprowadzenia próby, obliczenia udarności, charakterystyka złomów próbek i powierzchni pęknięcia. Inne uwagi dotyczące przebiegu próby i otrzymanych wyników (analiza błędów) 5.Laboratorium 5 - Wyznaczenie stałych sprężystych w statycznej próbie zginania. Przedstawienie podstaw teoretycznych, celu próby i rodzajów wykorzystanych próbek. Pomiar próbek przeznaczonych do eksperymentu i zapis wyników na karcie pomiarowej. Realizacja próby, zapis wyników kolejnych etapów obciążania w karcie pomiarowej. Omówienie wyników - wpływ kształtu przekroju na sztywność zginania. Inne uwagi dotyczące przebiegu próby i otrzymanych wyników (analiza błędów) 6.Uwagi: Bieżące wyniki pomiarów są zapisywane na kartach pomiarowych a obliczenia są wykonywane w dedykowanych tabelach-protokołach, które studenci otrzymują od prowadzących ćwiczenia. Studenci przygotowują sprawozdania każdego z ćwiczeń w grupach 4-5 osobowych. 7.Przygotowanie sprawozdań i obrona

**Metody oceny:**

Ocena zintegrowana jest oceną ćwiczeń laboratoryjnych.
Podstawą zaliczenia jest obecność na zajęciach, zaliczenie wejściówek przed każdym ćwiczeniem i kolokwium. Ocena końcowa przedmiotu jest średnią arytmetyczną z ocen: wejściówek, kolokwium i obrony sprawozdań.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Z.L.Kowalewski, P.Popielski: Ćwiczenia laboratoryjne z wytrzymałości materiałów, OW PW 2005
2. S.Wichniewicz: Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia laboratoryjne, OW PW 2000

**Witryna www przedmiotu:**

www.is.pw.edu.pl/mechanika

**Uwagi:**

Sprawozdania laboratoriów są przygotowywane w grupach 5-cio osobowych. Każde sprawozdanie ma osobę odpowiedzialną za jego przygotowanie, która rozdziela pracę i pilnuje terminu przygotowania sprawozdania. Jeżeli sprawozdanie jest oddane później niż 2 tygodnie po wyznaczonym terminie, grupa może obronić projekt po zaliczeniu przez kierownika dodatkowego kolokwium z całości materiału. Przyjęta organizacja ćwiczeń podkreśla odpowiedzialność pracy każdego członka zespołu i kierownika. W ramach kursu omawiane są również współczesne metody badań materiałów, w postaci przygotowanych prezentacji.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Po zakończeniu kursu student: Rozpoznaje podstawowe urządzenia do pomiaru przemieszczeń (suwmiarkę, mikrometr, czujnik zegarowy) sił (dynamometr pałąkowy) oraz wykonuje pomiary tymi urządzeniami. Rozpoznaje główne elementy maszyny wytrzymałościowej.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny, promowanie indywidualnej aktywności na zajęciach.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W02:**

Opisuje główne etapy przeprowadzanych testów laboratoryjnych, statycznych prób rozciągania, ściskania i zginania. Wykonuje pomiary próbek i oblicza charakterystyczne wartości odkształceń. Odczytuje wartości charakterystyczne sił i oblicza wartości granic wytrzymałości na podstawie krzywej rozciągania. Oblicza moduł Younga na podstawie wyników pomiarów statycznych prób rozciągania i zginania.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny, promowanie indywidualnej aktywności na zajęciach. przygotowywane zespołowo sprawozdanie, obrona sprawozdania, kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W03:**

Dokonuje rozróżnienia pomiędzy próbą statyczną i próbą dynamiczną, oblicza udarność w próbie udarności realizowanej za pomocą młota Scharpy'ego.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny, promowanie indywidualnej aktywności na zajęciach. przygotowywane zespołowo sprawozdanie, obrona sprawozdania, kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W04:**

Interpretuje wyniki badań prób wytrzymałościowych: rozciągania, ściskania, zginania i udarności, wykonanych dla różnych materiałów. Określa niepewność pomiarową laboratoryjnych pomiarów bezpośrednich i pomiarów pośrednich.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny, promowanie indywidualnej aktywności na zajęciach. przygotowywane zespołowo sprawozdanie, obrona sprawozdania, kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Podczas kursu student zapoznał się z podstawowymi technikami wykonywania pomiarów laboratoryjnych, nabył praktyczną umiejętność określenia głównych charakterystyk mechanicznych materiałów. Zajęcia rozszerzyły zakres wiedzy konieczny do zrozumienia zagadnień omawianych na wyższych latach studiów, w ramach kursów statyki budowli, mechaniki płynów, mechaniki budowli, projektowania konstrukcji budowlanych

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny, promowanie indywidualnej aktywności na zajęciach. przygotowywane zespołowo sprawozdanie, obrona sprawozdania, kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U13, IS\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U02:**

Student rozszerzył zakres umiejętności wykorzystywanych w projektowaniu konstrukcji inżynierskich zgodnie z programem realizowanym na wyższych latach studiów

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny, promowanie indywidualnej aktywności na zajęciach. przygotowywane zespołowo sprawozdanie, obrona sprawozdania, kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Wiedza zdobyta podczas kursu daje studentowi wyobrażenie o tematyce i stopniu trudności części przedmiotów realizowanych na specjalnościach ISIW i IW, wpływa w ten sposób na jego decyzję o wyborze przyszłej specjalizacji.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny, przygotowywane zespołowo sprawozdanie, obrona sprawozdania, kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KK, P6U\_K

**Charakterystyka K02:**

Rozumie potrzebę pracy zespołowej i odpowiedzialnego udziału w przygotowywanym wspólnie projekcie.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny, przygotowywane zespołowo sprawozdanie, obrona sprawozdania, kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K02, IS\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KR, I.P6S\_KK