

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Biomedyczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: L

Stopień studiów: I

Specjalności: Biomechanika urazów, Inżynieria kliniczna

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wytrzymałość materiałów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Strength of materials
KOD PRZEDMIOTU	L106
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	7.00
SEMESTRY	3 4

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	30	15	0	0	0	0
4	15	15	15	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z problematyką analizy wytrzymałościowej i projektowania elementów konstrukcji w prostym i złożonym stanie naprężenia.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość podstaw mechaniki ogólnej.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student potrafi opisać proces deformacji elementu konstrukcyjnego w prostym i złożonym stanie naprężenia.

**EK2 Wiedza** Student jest w stanie zbudować model obliczeniowy elementu konstrukcyjnego pracującego w prostym i złożonym stanie naprężenia.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi przeprowadzić analizę wytrzymałościową elementu konstrukcyjnego w prostym i złożonym stanie naprężenia.

**EK4 Umiejętności** Student jest w stanie wykonać obliczenia projektowe elementu konstrukcji pracującego w prostym i złożonym stanie naprężenia.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Momenty geometryczne figur płaskich.	2
C2	Wykresy sił wewnętrznych w prętach i układach prętowych.	4
C3	Jednowymiarowe rozciąganie i ściskanie: naprężenia, przemieszczenia, odkształcenia.	2
C4	Skręcanie prętów o przekroju kołowym, warunek bezpieczeństwa i sztywności. Skręcanie sprężysto-plastyczne, nośność sprężysta i graniczna.	2
C5	Zginanie prętów w zakresie sprężystym, warunek bezpieczeństwa, belki sprężysto-plastyczne, nośność graniczna.	2
C6	Równanie różniczkowe linii ugięcia belki w zakresie sprężystym i sprężysto-plastycznym. Metoda różnic skończonych.	2
C7	Energetyczna metoda wyznaczania przemieszczeń w układach sprężystych.	2
C8	Statycznie niewyznaczalne pręty i układy prętowe.	3
C9	Analiza wytrzymałościowa prętów narażonych na utratę stateczności.	2
C10	Skręcanie prętów o przekroju dowolnym, analiza stanu naprężenia, obliczenia wytrzymałościowe.	1
C11	Pręty i układy prętowe w złożonym stanie naprężenia.	2
C12	Analiza i projektowanie cylindrów grubościennych i tarcz kołowych w stanie sprężystym i sprężysto-plastycznym, nośność sprężysta i nośność graniczna.	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C13</b>	Osiowosymetryczne powłoki w stanie błonowym.	2
<b>C14</b>	Płyty kołowsymetryczne i prostokątne, obliczenia wytrzymałościowe.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>L1</b>	Statyczne próby rozciągania i ściskania metali. Charakterystyka własności mechanicznych i plastycznych.	2
<b>L2</b>	Badanie własności udarowych i dynamicznych metali. Zagadnienie naprężeń kontaktowych i pomiary twardości.	2
<b>L3</b>	Badanie własności reologicznych materiałów polimerowych, pełzanie i relaksacja, modele mechaniczne.	2
<b>L4</b>	Doświadczalna weryfikacja teorii zginania i skręcania prętów.	2
<b>L5</b>	Wytrzymałość złożona, zginanie ze skręcaniem.	2
<b>L6</b>	Wyznaczanie obciążeń krytycznych bifurkacji i przeskoku.	2
<b>L7</b>	Zastosowanie metody tensometrii elektrooporowej do pomiaru odkształceń w konstrukcjach.	2
<b>L8</b>	Badanie wytrzymałości zmęczeniowej metali.	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Podstawowe założenia wytrzymałości materiałów. Modele obliczeniowe. Uogólnione siły zewnętrzne i wewnętrzne. Określanie rozkładów sił wewnętrznych w prętach i układach prętowych.	4
<b>W2</b>	Definicja naprężenia, przemieszczenia, odkształcenia. Szczegółowe analizy wytrzymałościowe: punkt, przekrój, ciało. Podstawowe próby wytrzymałościowe, schematyzacja wykresu rozciągania. Modele fizyczne materiału, ciało sprężyste, lepko-sprężyste i sprężysto-plastyczne.	2
<b>W3</b>	Teoria stanu naprężenia i odkształcenia. Warunki równowagi wewnętrznej, równania geometryczne, związki konstytutywne. Problemy brzegowe mechaniki ciała odkształcalnego.	4

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W4</b>	Jednowymiarowe rozciąganie i ściskanie, warunek bezpieczeństwa i warunek sztywności, nośność sprężysta i nośność graniczna. Konstrukcje prętowe, wymiarowanie i elementy optymalizacji.	2
<b>W5</b>	Czyste ścinanie i ścięcie techniczne. Skręcanie prętów o przekroju kołowym. Skręcanie sprężysto-plastyczne.	2
<b>W6</b>	Zginanie prętów prostych w zakresie sprężystym, naprężenia, warunek bezpieczeństwa i sztywności. Zginanie ukośne. Zginanie z udziałem siły podłużnej.	2
<b>W7</b>	Belki sprężysto-plastyczne, nośność graniczna. Równanie różniczkowe linii ugięcia belki. Metoda różnic skończonych.	2
<b>W8</b>	Podstawowe twierdzenia o energii sprężystej. Energetyczna metoda wyznaczania przemieszczeń w układach sprężystych.	2
<b>W9</b>	Zagadnienia statycznie niewyznaczalne. Metoda sił.	3
<b>W10</b>	Zjawisko utraty stateczności. Zagadnienie Eulera. Metody wyznaczania obciążeń krytycznych. Obliczenia wytrzymałościowe prętów z uwagi na stateczność.	4
<b>W11</b>	Skręcanie prętów o przekroju dowolnym, zadanie de Saint-Venanta, analogia błonowa Prandtla.	2
<b>W12</b>	Obliczenia wytrzymałościowe w złożonym stanie naprężenia, pojęcie wyteżenia, wybrane hipotezy wyteżeniowe.	2
<b>W13</b>	Wytrzymałość złożona prętów i układów prętowych, zginanie ze skręcaniem, zginanie ze ścinaniem.	4
<b>W14</b>	Problemy brzegowe teorii sprężystości, lepko-sprężystości i sprężysto-plastyczności.	1
<b>W15</b>	Cylindry grubościennie w stanie sprężystym i sprężysto-plastycznym, wyteżenie, obliczenia wytrzymałościowe, wpływ gradientu temperatury na stan naprężenia.	3
<b>W16</b>	Wirujące tarcze kołowe w zakresie sprężystym i sprężysto-plastycznym, stan naprężenia i odkształcenia, obciążenia termiczne, nośność sprężysta i nośność graniczna.	2
<b>W17</b>	Podstawy analizy wytrzymałościowej płyt kołosymetrycznych i płyt prostokątnych.	2
<b>W18</b>	Osiowosymetryczne powłoki w stanie błonowym, stan naprężenia, obliczenia wytrzymałościowe.	2

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

**8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA**

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	90
Konsultacje przedmiotowe	30
Egzaminy i zaliczenia w sesji	20
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	50
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>210</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	7.00

**9 SPOSOBY OCENY**
**OCENA FORMUJĄCA**
**F1** Kolokwium

**F2** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**OCENA PODSUMOWUJĄCA**
**P1** Egzamin pisemny

**P2** Średnia ważona ocen formujących

**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU**
**W1** Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

**W2** Ocena końcowa ustalana jest na podstawie średniej arytmetycznej ocen podsumowujących

**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	—

NA OCENĘ 3.0	Student w dostatecznym stopniu potrafi opisać proces deformacji elementów konstrukcyjnych w prostym i złożonym stanie naprężenia.
NA OCENĘ 3.5	—
NA OCENĘ 4.0	—
NA OCENĘ 4.5	—
NA OCENĘ 5.0	—
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	—
NA OCENĘ 3.0	Student w dostatecznym stopniu opanował wiedzę dotyczącą budowy modeli obliczeniowych elementów konstrukcyjnych w prostym i złożonym stanie naprężenia.
NA OCENĘ 3.5	—
NA OCENĘ 4.0	—
NA OCENĘ 4.5	—
NA OCENĘ 5.0	—
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	—
NA OCENĘ 3.0	Student w dostatecznym stopniu opanował umiejętność prowadzenia analizy wytrzymałościowej elementów konstrukcyjnych w prostym i złożonym stanie naprężenia.
NA OCENĘ 3.5	—
NA OCENĘ 4.0	—
NA OCENĘ 4.5	—
NA OCENĘ 5.0	—
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	—
NA OCENĘ 3.0	Student w dostatecznym stopniu opanował umiejętność projektowania elementów konstrukcyjnych w prostym i złożonym stanie naprężenia.
NA OCENĘ 3.5	—
NA OCENĘ 4.0	—
NA OCENĘ 4.5	—

NA OCENĘ 5.0	—
--------------	---

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C12 C13 C14 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13 W14 W15 W16 W17 W18	N1 N2 N3	F1 F2 P1 P2
EK2		Cel 1	C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C12 C13 C14 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13 W14 W15 W16 W17 W18	N1 N2 N3	F1 F2 P1 P2
EK3		Cel 1	C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C12 C13 C14 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13 W14 W15 W16 W17 W18	N1 N2 N3	F1 F2 P1 P2

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK4		Cel 1	C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C12 C13 C14 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13 W14 W15 W16 W17 W18	N1 N2 N3	F1 F2 P1 P2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłoś Z. — *Wytrzymałość materiałów, tom 1*, Warszawa, 2007, WNT
- [2 ] Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłoś Z. — *Wytrzymałość materiałów, tom 2*, Warszawa, 2009, WNT
- [3 ] Cegielski E. — *Wytrzymałość materiałów. Teoria, przykłady, zadania*, Kraków, 2006, WPK
- [4 ] Brzoska Z. — *Wytrzymałość materiałów*, Warszawa, 1986, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] Bąk R., Burczyński T. — *Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowego*, Warszawa, 2009, WNT
- [2 ] Niezgodziński M., Niezgodziński T. — *Wytrzymałość materiałów*, Warszawa, 2000, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Bogdan, Julian Bochenek (kontakt: Bogdan.Bochenek@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Bogdan Bochenek (kontakt: Bogdan.Bochenek@pk.edu.pl)
- 2 dr hab. inż. Jan Bielski (kontakt: Jan.Bielski@pk.edu.pl)
- 3 dr Katarzyna Tajs-Zielińska (kontakt: Katarzyna.Tajs-Zielinska@pk.edu.pl)
- 4 dr inż. Magdalena Kromka-Szydek (kontakt: mkszydek@mech.pk.edu.pl)





5 dr inż. Sylwia Łagan (kontakt: slagan@mech.pk.edu.pl)

6 dr inż. Marek Kulig (kontakt: mkulig@mech.pk.edu.pl)

### 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....