

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Mechanika Konstrukcji i Materiałów, Budowa i Badania Pojazdów Samochodowych, Silniki Spalinowe, Urządzenia Chłodnicze i Klimatyzacyjne, Aparatura i Instalacje Przemysłowe

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wytrzymałość materiałów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Strength of materials
KOD PRZEDMIOTU	M104
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	13.00
SEMESTRY	3 4

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

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

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zdobyć przez studentów wiedzy i umiejętności z zakresu analizy wytrzymałościowej konstrukcji, metod analizy konstrukcji i projektowania konstrukcji oraz metod doświadczalnych badania materiałów, stanu naprężeń i konstrukcji.

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

1 Matematyka

2 Mechanika ogólna

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student, który zaliczył przedmiot ma wiedzę z zakresu analizy wytrzymałościowej prętów i układów prętowych, zna metody analizy wytrzymałościowej i projektowania.

**EK2 Wiedza** Student, który zaliczył przedmiot ma wiedzę z zakresu wyężenia materiału, złożonych stanów naprężenia, płyt, powłok, cylindrów grubościennych i zna metody analityczne i numeryczne analizy wytrzymałościowej.

**EK3 Wiedza** Student, który zaliczył przedmiot ma wiedzę z zakresu badań doświadczalnych własności materiałów konstrukcyjnych oraz analizy stanu naprężeń, odkształceń i przemieszczeń konstrukcji i metod doświadczalnych.

**EK4 Umiejętności** Student, który zaliczył przedmiot potrafi rozwiązać zadanie inżynierskie w zakresie analizy wytrzymałościowej i projektowania oraz badania doświadczalnego konstrukcji i jej elementów. Potrafi zastosować odpowiednie metody obliczeniowe i metody analizy konstrukcji.

**EK5 Umiejętności** Student, który zaliczył przedmiot potrafi rozwiązywać problemy inżynierskie, ocenić przydatność znanych metod i potrafi je zastosować, potrafi pracować w zespole, potrafi w zespole uzasadnić wybór metody, zinterpretować i uzasadnić wyniki analizy oraz zainspirować zespół do poszukiwania nowych rozwiązań.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Badanie własności materiałów konstrukcyjnych - Statyczna próba rozciągania metali. Badanie udarności metali. Badanie twardości metali. Badanie właściwości reologicznych tworzyw sztucznych. Mechanika pękania. Wytrzymałość zmęczeniowa.	10
L2	Analiza stanu naprężeń i odkształceń - Elastooptyka I. Tensometria elektrooporowa. Interferometria holograficzna. Wyznaczanie naprężeń własnych metodą trepanacji otworowej.	8
L3	Doświadczalna weryfikacja teorii - Zginanie prętów prostych. Skręcanie prętów prostych. Stateczność konstrukcji. Doświadczalna weryfikacja obliczeń współczynnika dynamicznego.	8
L4	Zaliczanie ćwiczeń i odrabianie ćwiczeń zaległych.	4

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Nośność graniczna belek. Metoda sił i metoda przemieszczeń . Stateczność kolumn.	10
<b>P2</b>	Zginanie ukośne i zginanie z udziałem siły podłużnej. Podstawy teorii sprężystości. Skręcanie sprężyste prętów o dowolnym przekroju. Wytrzymałość złożona.	10
<b>P3</b>	Powłoki w stanie błonowym. Sprężyste cylindry grubościenna. Sprężyste tarcze, Płyty kołowo-symetryczne.	10

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C1</b>	Momenty geometryczne figur płaskich. Sił wewnętrzne w prętach i układach prętowych, twierdzenie Schwedlera-Żurawskiego.	6
<b>C2</b>	Rozciąganie i ściskanie: obliczenia wytrzymałościowe i wymiarowanie prętów. Ścięcie techniczne.	3
<b>C3</b>	Skręcanie prętów kołowych: obliczenia wytrzymałościowe i wymiarowanie prętów. Skręcanie sprężysto-plastyczne, nośność graniczna pręta skręcanego.	6
<b>C4</b>	Zginanie prętów prostych w zakresie sprężystym: obliczenia wytrzymałościowe i wymiarowanie prętów w zakresie sprężystym, równanie różniczkowe linii ugięcia belki w zakresie sprężystym. Belki sprężysto-plastyczne: obciążanie, odciążanie, nośność graniczna przekroju belki.	9
<b>C5</b>	Energetyczna metoda wyznaczania przemieszczeń w układach sprężystych. Problemy statycznie niewyznaczalne: metoda ciągłości przemieszczeń, metoda superpozycji, metoda energetyczna.	6

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Ogólne założenia wytrzymałości materiałów. Zasada zeszywnienia, zasada superpozycji. Schematyzacja elementów konstrukcyjnych. Uogólnione siły zewnętrzne i wewnętrzne w prętach i układach prętowych, twierdzenie Schwedlera-Żurawskiego. Definicja naprężenia, przemieszczenia, odkształcenia. Szczegółowe analizy wytrzymałościowej. Podstawowe próby wytrzymałościowe, schematyzacja wykresu rozciągania, modele fizyczne materiału sprężystego, sprężysto-plastycznego, reologicznego. Warunek bezpieczeństwa, warunek sztywności.	6

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W2</b>	Zagadnienia jednowymiarowe - Rozciąganie i ściskanie: naprężenia, odkształcenia, przemieszczenia, warunek bezpieczeństwa, warunek sztywności, energia odkształcenia sprężystego. Nośność sprężysta i graniczna prętów. Czyste ścinanie i ścięcie techniczne. Sprężyste skręcanie prętów o przekroju kołowym: naprężenia, odkształcenia, przemieszczenia, warunek bezpieczeństwa i warunek sztywności, energia odkształcenia sprężystego. Skręcanie sprężysto-plastyczne prętów kołowych, naprężenia i odkształcenia resztkowe, nośność graniczna pręta skręcanego. Zginanie prętów prostych w zakresie sprężystym: naprężenia, odkształcenia, równanie różniczkowe linii ugięcia belki, warunek bezpieczeństwa, warunek sztywności, energia odkształcenia sprężystego. Sprężystoplastyczne zginanie belek, odkształcenia resztkowe, nośność graniczna przekroju belki zginanej.	10
<b>W3</b>	Zagadnienia jednowymiarowe - Energia układów sprężystych oraz podstawowe twierdzenia o energii sprężystej. Energetyczna metoda wyznaczania przemieszczeń w układach sprężystych. Zagadnienia statycznie niewyznaczalne. Metody rozwiązywania układów statycznie niewyznaczalnych: metoda ciągłości przemieszczeń, metoda superpozycji, metoda energetyczna, metoda sił, metoda przemieszczeń. Nośność graniczna układów statycznie niewyznaczalnych.	12
<b>W4</b>	Zagadnienia jednowymiarowe - Stateczność prętów ściskanych. Zagadnienie Eulera. Wyboczenie niesprężyste. Metody przybliżone wyznaczania obciążeń krytycznych prętów. Zginanie ukośne. Zginanie prętów z udziałem siły podłużnej. Pręty zakrzywione. Obciążenia udarowe.	6
<b>W5</b>	Podstawy teorii sprężystości: teoria stanu naprężenia, teoria stanu odkształcenia, związki fizyczne.	5
<b>W6</b>	Sprężyste skręcanie prętów o dowolnym przekroju: zagadnienie de Saint Venanta, analogia błonowa Prandtla.	4
<b>W7</b>	Wyteżenie materiału. Hipotezy wyteżeniowe.	3
<b>W8</b>	Wytrzymałość złożona: skręcanie z udziałem siły podłużnej, zginanie ze skręcaniem, zginanie ze ścinaniem.	4
<b>W9</b>	Sprężyste cylindry grubościennie: zagadnienie Lamego, cylindry wielowarstwowe, naprężenia termiczne w cylindrach. Sprężyste tarcze wirujące i tarcze obciążone termicznie.	5
<b>W10</b>	Powłoki obrotowo symetryczne w stanie błonowym. Podstawy teorii płyt kołowo-symetrycznych.	5

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Cwiczenia tablicowe

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

N4 Ćwiczenia projektowe

## 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	0
Konsultacje przedmiotowe	45
Egzaminy i zaliczenia w sesji	15
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	120
Opracowanie wyników	30
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	30
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>240</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	13.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Projekt indywidualny

F3 Zadanie tablicowe

F4 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F5 Odpowiedź ustna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Egzamin ustny

P3 Projekt

P4 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Semestr III - uzyskanie conajmniej 11 pkt. na 21 pkt. możliwych jest warunkiem otrzymania zaliczenia z ćwiczeń.

W2 Semestr III - zdanie egzaminu.

W3 Semestr III - Ocena końcowa to średnia ważona z zaliczenia ćwiczeń i egzaminu =  $0.4 \cdot \text{ćwiczenia} + 0.6 \cdot \text{egzamin}$

- W4** Semestr IV - wykonanie i referowanie jednego projektu oraz koreferowanie jednego projektu.
- W5** Semestr IV - uzyskanie z kolokwiów i projektu conajmniej 11 pkt. na 21 pkt. możliwych jest warunkiem otrzymania zaliczenia z projektów.
- W6** Semestr IV - wykonanie wszystkich sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.
- W7** Semestr IV - ocena z laboratorium to średnia z ocen za poszczególne ćwiczenia.
- W8** Semestr IV - Ocena końcowa to średnia ważona z laboratorium, projektów i egzaminu -  $0.2 \cdot \text{laboratorium} + 0.3 \cdot \text{projekty} + 0.5 \cdot \text{egzamin}$ .

## KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Student w dostatecznym stopniu opanował umiejętności formułowania i rozwiązywania prostych zadań z wytrzymałości materiałów (konstrukcje prętowe i konstrukcji 3-D). Student w stopniu dostatecznym opanował umiejętność prostych badań doświadczalnych.
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 umiejętności formułowania i rozwiązywania prostych zadań z wytrzymałości materiałów (konstrukcje prętowe i konstrukcji 3-D). Student w stopniu dostatecznym opanował umiejętność prostych badań doświadczalnych.
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 umiejętności formułowania i rozwiązywania prostych zadań z wytrzymałości materiałów (konstrukcje prętowe i konstrukcji 3-D). Student w stopniu dostatecznym opanował umiejętność prostych badań doświadczalnych.

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 umiejętności formułowania i rozwiązywania prostych zadań z wytrzymałości materiałów (konstrukcje prętowe i konstrukcji 3-D). Student w stopniu dostatecznym opanował umiejętność prostych badań doświadczalnych.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Student w dostatecznym stopniu opanował umiejętności formułowania i rozwiązywania prostych zadań z wytrzymałości materiałów (konstrukcje prętowe i konstrukcji 3-D). Student w stopniu dostatecznym opanował umiejętność prostych badań doświadczalnych.
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 SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W01, K1_W02, K1_W09, K1_W20	Cel 1	L4 P1 P2 P3 C5 W6 W7 W8 W9 W10	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 F5 P1 P2 P3 P4
EK2	K1_W01, K1_W02, K1_W09, K1_W20	Cel 1	L4 P1 P2 P3 C5 W6 W7 W8 W9 W10	N1 N2 N3	F1 F2 F3 F4 F5 P1 P2 P3 P4
EK3	K1_W02, K1_W09	Cel 1		N2	F4 P4
EK4	K1_UP04, K1_UP07, K1_UP08	Cel 1	L4 P1 P2 P3 C5 W6 W7 W8 W9 W10	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 F5 P1 P2 P3 P4
EK5	K1_UP07, K1_UP08, K1_UB07	Cel 1		N3 N4	F1 F2 F4 P3 P4

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Walczak J.** — *Wytrzymałość materiałów oraz podstawy teorii sprężystości i plastyczności*, Warszawa, 1977, PWN
- [2] | **Cegielski E.** — *Wytrzymałość materiałów. Teoria, przykłady, zadania. Tom 1 i 2*, Kraków, 2002, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej
- [3] | **Krzyś W., Życzkowski M.** — *Sprężystość i plastyczność. Wybór zadań i przykładów*, Warszawa, 1962, PWN
- [4] | **Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłoś Z.** — *Wytrzymałość materiałów, tom 1, 2*, Warszawa, 2009, WNT
- [5] | **Mazurkiewicz S.** — *Laboratorium z wytrzymałości materiałów*, Kraków, 1977, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Bąk R., Burczyński T.** — *Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowego*, Warszawa, 2001, WNT
- [2] | **Orłoś Z. (pod red.)** — *Doświadczalna analiza naprężeń i odkształceń*, Warszawa, 1977, PWN



## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Jacek, Krzysztof Kruzelecki (kontakt: Jacek.Kruzelecki@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 prof. dr hab. inż. Jacek Kruzelecki (kontakt: Jacek.Kruzelecki@pk.edu.pl)

2 prof. dr hab. inż. Krzysztof Szuwalski (kontakt: Krzysztof.Szuwalski@pk.edu.pl)

3 prof. dr hab. inż. Błażej Skoczeń (kontakt: Blazej.Skoczen@pk.edu.pl)

4 prof. dr hab. inż. Bogdan Bochenek (kontakt: Bogdan.Bochenek@pk.edu.pl)

5 dr inż. Jan Bielski (kontakt: Jan.Bielski@pk.edu.pl)

6 dr inż. Władysław Egner (kontakt: Wladyslaw.Egner@pk.edu.pl)

7 dr inż. Paweł Foryś (kontakt: Pawel.Forys@pk.edu.pl)

8 dr Katarzyna Tajs-Zielińska (kontakt: Katarzyna.Tajs-Zielinska@pk.edu.pl)

9 dr inż. Henryk Jodłowski (kontakt: abies@mech.pk.edu.pl)

10 dr inż. Magdalena Kromka-Szydek (kontakt: mkszydek@mech.pk.edu.pl)

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

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

13 dr inż. Aneta Liber-Kneć (kontakt: aliber@pk.edu.pl)

14 dr hab. inż. Grzegorz Milewski, prof.PK (kontakt: milewski@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)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....