

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Mechanika Konstrukcji i Materiałów

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wytrzymałość materiałów/Strength of materials
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Strength of materials
KOD PRZEDMIOTU	WM MIBM oIN C7 18/19
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
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	18	18	0	0	0	0
4	18	0	18	0	18	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 wytyżenia 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

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Momenty geometryczne figur płaskich. Sił wewnętrzne w prętach i układach prętowych, twierdzenie Schwedlera-Żurawskiego.	4
C2	Rozciąganie i ściskanie: obliczenia wytrzymałościowe i wymiarowanie prętów. Ścięcie techniczne.	3
C3	Skręcanie prętów kołowych: obliczenia wytrzymałościowe i wymiarowanie prętów. Skręcanie sprężysto-plastyczne, nośność graniczna pręta skręcanego.	3
C4	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, odciażanie, nośność graniczna przekroju belki.	4
C5	Energetyczna metoda wyznaczania przemieszczeń w układach sprężystych. Problemy statycznie niewyznaczalne: metoda ciągłości przemieszczeń, metoda superpozycji, metoda energetyczna.	4

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.	6
L2	Analiza stanu naprężeń i odkształceń - Elastooptyka I. Tensometria elektrooporowa. Interferometria holograficzna. Wyznaczanie naprężeń własnych metodą trepanacji otworowej.	5
L3	Doświadczalna weryfikacja teorii - Zginanie prętów prostych. Skręcanie prętów prostych. Stateczność konstrukcji. Doświadczalna weryfikacja obliczeń współczynnika dynamicznego.	5
L4	Zaliczanie ćwiczeń i odrabianie ćwiczeń zaległych.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	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. Szczegółowa analiza wytrzymałościowej. Podstawowe próby wytrzymałościowe, schematyzacja wykresu rozciągania, modele fizyczne materiału sprężystego, sprężysto-plastycznego, reologicznego. Warunek bezpieczeństwa, warunek sztywności.	6
W2	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.	6
W3	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.	6

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<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.	3
<b>W5</b>	Podstawy teorii sprężystości: teoria stanu naprężenia, teoria stanu odkształcenia, związki fizyczne.	3
<b>W6</b>	Wyteżenie materiału. Hipotezy wyteżeniowe.	2
<b>W7</b>	Wytrzymałość złożona: skręcanie z udziałem siły podłużnej, zginanie ze skręcaniem, zginanie ze ścinaniem.	4
<b>W8</b>	Sprężyste cylindry grubościennie: zagadnienie Lamego, cylindry wielowarstwowe, naprężenia termiczne w cylindrach. Sprężyste tarcze wirujące i tarcze obciążone termicznie.	3
<b>W9</b>	Powłoki obrotowo symetryczne w stanie błonowym.	3

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Nośność graniczna belek. Metoda sił i metoda przemieszczeń . Stateczność kolumn.	6
<b>P2</b>	Zginanie ukośne i zginanie z udziałem siły podłużnej. Podstawy teorii sprężystości. Skręcanie sprężyste prętów o dowolnym przekroju. Wytrzymałość złożona.	6
<b>P3</b>	Powłoki w stanie błonowym. Sprężyste cylindry grubościennie. Sprężyste tarcze, Płyty kołowo-symetryczne.	6

## 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	150
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>390</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 co najmniej 10 pkt. na 18 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 =  $0.6 \cdot \text{ćwiczenia} + 0.4 \cdot \text{egzamin}$

**W4** Semestr IV - wykonanie i referowanie projektu

**W5** Semestr IV - uzyskanie z kolokwiów i projektu conajmniej 10 pkt. na 18 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 -  $0.3 \cdot \text{laboratorium} + 0.4 \cdot \text{projekty} + 0.3 \cdot \text{egzamin}$ .

## 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 SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W01 K1_W02 K1_W06 K1_W09 K1_W11 K1_W20	Cel 1	C1 C2 C3 C4 C5 L1 L2 L3 L4 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 P1 P2 P3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 F5 P1 P2 P3 P4
EK2	K1_W01 K1_W02 K1_W06 K1_W09 K1_W11 K1_W20	Cel 1	C1 C2 C3 C4 C5 L1 L2 L3 L4 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 P1 P2 P3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 F5 P1 P2 P3 P4
EK3	K1_W01 K1_W02 K1_W06 K1_W09 K1_W11 K1_W20	Cel 1	C1 C2 C3 C4 C5 L1 L2 L3 L4 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 P1 P2 P3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4 F5 P1 P2 P3 P4
EK4	K1_UB04 K1_UB07 K1_UB08 K1_UB09 K1_UB10 K1_UB12 K1_UP03 K1_UP05 K1_UP07 K1_UP08	Cel 1	C1 C2 C3 C4 C5 L1 L2 L3 L4 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 P1 P2 P3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 F5 P1 P2 P3 P4
EK5	K1_UB04 K1_UB07 K1_UB08 K1_UB09 K1_UB10 K1_UB12 K1_UP03 K1_UP05 K1_UP07 K1_UP08	Cel 1	C1 C2 C3 C4 C5 L1 L2 L3 L4 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 P1 P2 P3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 F5 P1 P2 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. Bogdan, Julian Bochenek (kontakt: [Bogdan.Bochenek@pk.edu.pl](mailto:Bogdan.Bochenek@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Bogdan Bochenek (kontakt: [Bogdan.Bochenek@pk.edu.pl](mailto:Bogdan.Bochenek@pk.edu.pl))
- 2 prof. dr hab. inż. Błażej Skoczeń (kontakt: [Blazej.Skoczen@pk.edu.pl](mailto:Blazej.Skoczen@pk.edu.pl))
- 3 dr hab inż., prof. PK Jan Bielski (kontakt: [Jan.Bielski@pk.edu.pl](mailto:Jan.Bielski@pk.edu.pl))
- 4 dr inż. Władysław Egner (kontakt: [Wladyslaw.Egner@pk.edu.pl](mailto:Wladyslaw.Egner@pk.edu.pl))
- 5 mgr inż. Damian Szubartowski (kontakt: [Damian.Szubartowski@pk.edu.pl](mailto:Damian.Szubartowski@pk.edu.pl))
- 6 dr Katarzyna Tajs-Zielińska (kontakt: [Katarzyna.Tajs-Zielinska@pk.edu.pl](mailto:Katarzyna.Tajs-Zielinska@pk.edu.pl))
- 7 mgr inż. Justyna Miodowska (kontakt: [Justyna.Miodowska@mech.pk.edu.pl](mailto:Justyna.Miodowska@mech.pk.edu.pl))
- 8 dr inż. Magdalena Kromka-Szydek (kontakt: [mkszydek@mech.pk.edu.pl](mailto:mkszydek@mech.pk.edu.pl))
- 9 dr inż. Marek Kulig (kontakt: [mkulig@mech.pk.edu.pl](mailto:mkulig@mech.pk.edu.pl))
- 10 dr inż. Sylwia Łagan (kontakt: [slagan@mech.pk.edu.pl](mailto:slagan@mech.pk.edu.pl))
- 11 dr inż. Aneta Liber-Kneć (kontakt: [aliber@pk.edu.pl](mailto:aliber@pk.edu.pl))
- 12 dr hab. inż., prof. PK Grzegorz Milewski, prof. PK (kontakt: [milewski@mech.pk.edu.pl](mailto:milewski@mech.pk.edu.pl))
- 13 dr hab. inż. prof. PK Halina Egner (kontakt: [Halina.Egner@pk.edu.pl](mailto:Halina.Egner@pk.edu.pl))
- 14 prof. dr hab. inż. Artur Ganczarski (kontakt: [Artur.Ganczarski@pk.edu.pl](mailto:Artur.Ganczarski@pk.edu.pl))
- 15 dr inż. Szymon Hernik (kontakt: [Szymon.Hernik@pk.edu.pl](mailto:Szymon.Hernik@pk.edu.pl))
- 16 dr inż. Jakub Tabin (kontakt: [Jakub.Tabin@pk.edu.pl](mailto:Jakub.Tabin@pk.edu.pl))

