

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

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

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 wyteżenia 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

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. Szczegółowe analizy 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.	10

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
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.	12
W4	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
W5	Podstawy teorii sprężystości: teoria stanu naprężenia, teoria stanu odkształcenia, związki fizyczne.	5
W6	Sprężyste skręcanie prętów o dowolnym przekroju: zagadnienie de Saint Venanta, analogia błonowa Prandtla.	4
W7	Wyteżenie materiału. Hipotezy wyteżeniowe.	3
W8	Wytrzymałość złożona: skręcanie z udziałem siły podłużnej, zginanie ze skręcaniem, zginanie ze ścinaniem.	4
W9	Sprężyste cylindry grubościenne: zagadnienie Lamego, cylindry wielowarstwowe, naprężenia termiczne w cylindrach. Sprężyste tarcze wirujące i tarcze obciążone termicznie.	5
W10	Powłoki obrotowo symetryczne w stanie błonowym. Podstawy teorii płyt kołowo-symetrycznych.	5

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.	6
C2	Rozciąganie i ściskanie: obliczenia wytrzymałościowe i wymiarowanie prętów. Ściąganie techniczne.	3
C3	Skręcanie prętów kołowych: obliczenia wytrzymałościowe i wymiarowanie prętów. Skręcanie sprężysto-plastyczne, nośność graniczna pręta skręcanego.	6
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, odciążanie, nośność graniczna przekroju belki.	9

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C5	Energetyczna metoda wyznaczania przemieszczeń w układach sprężystych. Problemy statycznie niewyznaczalne: metoda ciągłości przemieszczeń, metoda superpozycji, metoda energetyczna.	6

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
P1	Nośność graniczna belek. Metoda sił i metoda przemieszczeń . Stateczność kolumn.	10
P2	Zginanie ukośne i zginanie z udziałem siły podłużnej. Podstawy teorii sprężystości. Skręcanie sprężyste prętów o dowolnym przekroju. Wytrzymałość złożona.	10
P3	Powłoki w stanie błonowym. Sprężyste cylindry grubościennie. Sprężyste tarcze, Płyty kołowo-symetryczne.	10

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia tablicowe

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

N4 Ćwiczenia projektowe

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	150
Konsultacje przedmiotowe	45
Egzaminy i zaliczenia w sesji	15
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	120
Opracowanie wyników	30
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	30
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	390
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 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 - $0.2 \cdot \text{laboratorium} + 0.5 \cdot \text{projekty} + 0.3 \cdot \text{egzamin}$.

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 SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 C1 C2 C3 C4 C5 L1 L2 L3 L4 P1 P2 P3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 F5 P1 P2 P3 P4
EK2		Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 C1 C2 C3 C4 C5 L1 L2 L3 L4 P1 P2 P3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 F5 P1 P2 P3 P4
EK3		Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 C1 C2 C3 C4 C5 L1 L2 L3 L4 P1 P2 P3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4 F5 P1 P2 P3 P4
EK4		Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 C1 C2 C3 C4 C5 L1 L2 L3 L4 P1 P2 P3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 F5 P1 P2 P3 P4
EK5		Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 C1 C2 C3 C4 C5 L1 L2 L3 L4 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)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Bogdan Bochenek (kontakt: Bogdan.Bochenek@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)
- 5 dr hab 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., prof.PK Grzegorz Milewski, prof.PK (kontakt: milewski@mech.pk.edu.pl)
- 15 dr hab. inż. Halina Egner (kontakt: Halina.Egner@pk.edu.pl)
- 16 prof. dr hab. inż. Artur Ganczarski (kontakt: Artur.Ganczarski@pk.edu.pl)
- 17 dr inż. Szymon Hernik (kontakt: Szymon.Hernik@pk.edu.pl)
- 18 dr Aneta Ustrzycka (kontakt: Aneta.Ustrzycka@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....