

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Lądowej

Kierunek studiów: Budownictwo

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: BUD

Stopień studiów: I

Specjalności: Bez specjalności

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wytrzymałość materiałów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Strength of Materials
KOD PRZEDMIOTU	WIL BUD oIS C25 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	10.00
SEMESTRY	3 4

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA AUDYTORYJNE	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	SEMINARIUM
3	30	0	0	0	30	0
4	30	15	15	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Przedstawienie studentom podstawowych pojęć, definicji, założeń i twierdzeń niezbędnych do zrozumienia statyki płaskich konstrukcji prętowych statycznie wyznaczalnych.

- Cel 2** Przedstawienie studentom podstaw mechaniki ośrodka ciągłego i zagadnienia brzegowego dla materiałów liniowo sprężystych jako podstawy teoretycznej do analizy prostych i złożonych przypadków wytrzymałościowych w celu poznania zasad wymiarowania przekrojów poprzecznych ze względu na stany graniczne nośności i użyteczności.
- Cel 3** Zapoznanie studentów z pracą elementów belkowych w zakresie pozaliniowosprężystym w celu wykazania rezerw materiału w przypadku dopuszczenia konstrukcji do pracy w zakresie sprężysto-plastycznym.
- Cel 4** Przedstawienie studentom problemu wyboczenia prętów idealnie prostych (bez imperfekcji) wraz z prostymi analizami dotyczącymi efektywnego wymiarowania takich prętów.
- Cel 5** Zwrócenie uwagi studentów na konieczność zrozumienia znaczenia wyników teoretycznych i umiejętność ich interpretacji w celu uniknięcia błędu bezgranicznej i bezkrytycznej wiary w normy przedmiotowe oraz wyniki analiz numerycznych. Ma to na celu wstępne przygotowanie do prowadzenia przez studentów przyszłej pracy naukowej opartej na krytycznej analizie zagadnień orazich weryfikacji doświadczalnej (laboratorium).

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Zaliczenie I roku matematyki oraz I semestru mechaniki teoretycznej.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Student ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie statyki prętowych konstrukcji statycznie wyznaczalnych.
- EK2 Umiejętności** Student potrafi wykonać wykresy sił przekrojowych w belkach, ramach, łukach, kratownicach i układach złożonych.
- EK3 Wiedza** Student ma wiedzę na temat prostych i złożonych przypadków wytrzymałościowych oraz sposobu jej wykorzystania do wymiarowania elementów konstrukcyjnych na stan graniczny nośności i użyteczności.
- EK4 Umiejętności** Student potrafi zidentyfikować przypadek wytrzymałościowy i zwymiarować przekrój zarówno w prostym, jak i złożonym stanie naprężenia.
- EK5 Wiedza** Student ma podstawową wiedzę na temat niesprężystego zachowania prostych elementów belkowych pozwalającą na analizę nośności granicznej w zakresie sprężystym i plastycznym.
- EK6 Wiedza** Student ma wiedzę wystarczającą do zrozumienia zagadnienia wyboczenia ściskanych prętów prostych i jego znaczenia w projektowaniu oraz pozwalającą na analizowanie prostych przypadków inżynierskich.
- EK7 Kompetencje społeczne** Student potrafi samodzielnie formułować zadania i samodzielnie nad nimi pracować.
- EK8 Kompetencje społeczne** Student ma świadomość konieczności podnoszenia kompetencji zawodowych.
- EK9 Kompetencje społeczne** Student ma świadomość znaczenia etyki w życiu społecznym, w tym etyki zawodowej.
- EK10 Umiejętności** Student potrafi zidentyfikować przypadek wyboczenia pręta ściskanego i wyznaczyć siłę krytyczną oraz zwymiarować pręt ściskany z uwzględnieniem wyboczenia.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wprowadzenie do przedmiotu Wytrzymałość Materiałów (WM). Podstawowe pojęcia i założenia WM. Pojęcie sił wewnętrznych i przekrojowych.	4
W2	Siły przekrojowe w płaskich konstrukcjach prętowych. Obliczenia statyczne belek prostych i przegubowych, ram, łuków kołowych i parabolicznych. Rozwiązywanie kratownic.	8
W3	Teoria stanu naprężenia - podstawowe definicje i pojęcia. Macierz naprężenia i jej transformacja przy obrocie ukł. współrzędnych. Naprężenia główne. Równania równowagi (r. Naviera) w punkcie materialnym. Statyczne warunki brzegowe	5
W4	Teoria stanu odkształcenia i przemieszczenia w punkcie materialnym. Macierz odkształcenia i wektor przemieszczenia. Równania geometryczne (r. Cauchyego). Kinematyczne warunki brzegowe.	3
W5	Równania fizyczne dla materiału liniowosprężystego (r. Hooke'a). Macierz sztywności i podatności materiałowej dla materiału Hooke'a. Sformułowanie zagadnienia brzegowego liniowej teorii sprężystości.	3
W6	Charakterystyki geometryczne figur płaskich - momenty statyczne, bezwładności i dewiacji. Macierz bezwładności i jej transformacja przy obrocie układu współrzędnych oraz translacji (tw. Steinera). Główne, centralne osie i momenty bezwładności.	3
W7	Sformułowanie zagadnienia brzegowego dla skręcanego pręta prostego. Skręcanie prętów o przekroju kołowym i prostokątnym. Przybliżona analiza skręcania prętów o przekroju cienkościennym.	5
W8	Analiza prostych i złożonych przypadków wytrzymałościowych (rozciąganie, zginanie proste, zginanie ukośne, mimośrodowe rozciąganie, zginanie poprzeczne).	12
W9	Wyznaczanie ugięć w belkach z zastosowaniem równania różniczkowego ugięć oraz metody Mohra.	4
W10	Analiza wytrzymałościowa prętów osiowo ściskanych - zagadnienie Eulera. Efektywny dobór przekroju pręta osiowo ściskanego w celu maksymalizacji siły krytycznej przy określonej wartości pola przekroju. Wymiarowanie normowe stalowego pręta ściskanego.	5
W11	Niesprężyste zachowanie materiałów na przykładzie materiałów o cechach sprężysto-plastycznych. Graniczna nośność sprężysta, plastyczna i nośność graniczna belek (metoda kinematyczna).	4
W12	Energia sprężysta dla ośrodka ciągłego i jej wyznaczenie dla elementu prętowego (wzór Maxwella-Mohra). Hipotezy wyteżeniowe dla elementów konstrukcyjnych w złożonych stanach naprężenia (hipoteza Galileusza, Coulomba-Tresca-Guesta, Hubera-Misesa-Hencky oraz Mohra).	4

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Znaczenie badań doświadczalnych w wytrzymałości materiałów.	2
L2	Wprowadzenie do tensometrii elektrooporowej i mechanicznej.	2
L3	Omówienie i realizacja na maszynie wytrzymałościowej quasi-statycznej próby rozciągania próbek płaskich stalowych i aluminiowych.	3
L4	Weryfikacja równań liniowej teorii sprężystości poprzez wyznaczanie modułu sprężystości z pomiaru wydłużeń i ugięć belki zginanej.	2
L5	Omówienie podstaw elastooptyki i jej znaczenia w badaniach konstrukcji. Elastooptyczna i elektrooporowa analiza naprężeń w belkach i tarczach.	2
L6	Analiza stanu naprężenia w prętach silnie zakrzywionych i jego weryfikacja z wykorzystaniem tensometrii elektrooporowej.	2
L7	Wyznaczanie rozkładu naprężeń w rozciąganej tarczy z centralnym otworem kołowym (modelowanie zagadnienia Kirscha).	1
L8	Badanie twardości metali.	1

ĆWICZENIA AUDYTORYJNE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Wyznaczanie charakterystyk geometrycznych figur płaskich.	2
C2	Skręcanie prętów o przekroju kołowym, prostokątnym i cienkościennym.	2
C3	Zginanie proste i ukośne prętów prostych.	3
C4	Mimośrodowe rozciąganie.	2
C5	Zginanie poprzeczne prętów.	2
C6	Nośność graniczna belek zginanych w zakresie sprężysto-plastycznym.	2
C7	Analiza konstrukcji w złożonych stanach naprężenia.	2

PROJEKTY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Klasyfikacja konstrukcji, obciążeń i więzów. Rozwiązywanie belek prostych i ciągłych, ram, łuków kołowych i parabolicznych, kratownic oraz układów złożonych.	7

PROJEKTY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P2	Przykłady obliczeniowe ilustrujące podstawowe równania mechaniki ciała odkształcalnego.	2
P3	Skrećanie prętów litych kołowych i prostokątnych. Przybliżona analiza skrećania prętów cienkościennych.	2
P4	Wyznaczanie charakterystyk geometrycznych przekroju, w tym głównych centralnych osi bezwładności.	2
P5	Proste przypadki wytrzymałościowe - rozciąganie prętów prostych, zginanie belek.	4
P6	Złożone przypadki wytrzymałościowe - zginanie ukośne, mimośrodkowe rozciąganie, zginanie poprzeczne.	4
P7	Wyznaczanie ugięć metodą analityczną i metodą Mohra.	2
P8	Wyboczenie sprężyste prętów prostych.	2
P9	Sprężysta i plastyczna nośność graniczna przekroju poprzecznego, belek i układów prętowych.	2
P10	Zastosowanie programów komputerowych do analizy statycznej konstrukcji.	3

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Ćwiczenia laboratoryjne

N5 Prezentacje multimedialne

N6 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	120
Konsultacje przedmiotowe	14
Egzaminy i zaliczenia w sesji	6
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	75
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	75
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	290
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	10.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Projekt indywidualny

F3 Test

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Test

P2 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Obowiązkowa obecność na zajęciach (ćwiczeniach, projektach i laboratoriach). Trzy nieusprawiedliwione nieobecności wykluczają automatycznie z zajęć.

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	x

NA OCENĘ 3.0	Minimum 55% punktów z kolokwiów i kartkówek do uzyskania zaliczenia, 80% punktów z testu egzaminacyjnego. Spełnienie tych kryteriów zapewnia uzyskanie efektu kształcenia na poziomie dostatecznym.
NA OCENĘ 3.5	x
NA OCENĘ 4.0	x
NA OCENĘ 4.5	x
NA OCENĘ 5.0	x
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	x
NA OCENĘ 3.0	Minimum 55% punktów z kolokwiów i kartkówek do uzyskania zaliczenia, 80% punktów z testu egzaminacyjnego. Spełnienie tych kryteriów zapewnia uzyskanie efektu kształcenia na poziomie dostatecznym.
NA OCENĘ 3.5	x
NA OCENĘ 4.0	x
NA OCENĘ 4.5	x
NA OCENĘ 5.0	x
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	x
NA OCENĘ 3.0	Minimum 55% punktów z kolokwiów i kartkówek do uzyskania zaliczenia, 80% punktów z testu egzaminacyjnego. Spełnienie tych kryteriów zapewnia uzyskanie efektu kształcenia na poziomie dostatecznym.
NA OCENĘ 3.5	x
NA OCENĘ 4.0	x
NA OCENĘ 4.5	x
NA OCENĘ 5.0	x
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	x
NA OCENĘ 3.0	Minimum 55% punktów z kolokwiów i kartkówek do uzyskania zaliczenia, 80% punktów z testu egzaminacyjnego. Spełnienie tych kryteriów zapewnia uzyskanie efektu kształcenia na poziomie dostatecznym.
NA OCENĘ 3.5	x
NA OCENĘ 4.0	x

NA OCENĘ 4.5	x
NA OCENĘ 5.0	x
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	x
NA OCENĘ 3.0	Minimum 55% punktów z kolokwiów i kartkówek do uzyskania zaliczenia, 80% punktów z testu egzaminacyjnego. Spełnienie tych kryteriów zapewnia uzyskanie efektu kształcenia na poziomie dostatecznym.
NA OCENĘ 3.5	x
NA OCENĘ 4.0	x
NA OCENĘ 4.5	x
NA OCENĘ 5.0	x
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	x
NA OCENĘ 3.0	Minimum 55% punktów z kolokwiów i kartkówek do uzyskania zaliczenia, 80% punktów z testu egzaminacyjnego. Spełnienie tych kryteriów zapewnia uzyskanie efektu kształcenia na poziomie dostatecznym.
NA OCENĘ 3.5	x
NA OCENĘ 4.0	x
NA OCENĘ 4.5	x
NA OCENĘ 5.0	x
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 3.0	Pozytywna ocena pracy studenta i jej efektu w odniesieniu do zadań projektowych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 8	
NA OCENĘ 3.0	Pozytywna ocena pracy studenta i jego zaangażowania w osiągnięcie efektu w odniesieniu do zadań projektowych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 9	
NA OCENĘ 3.0	Pozytywna ocena pracy studenta i jego zaangażowania w osiągnięcie efektu w odniesieniu do zadań projektowych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 10	
NA OCENĘ 3.0	Minimum 55% punktów z kolokwiów i kartkówek do uzyskania zaliczenia, 80% punktów z testu egzaminacyjnego. Spełnienie tych kryteriów zapewnia uzyskanie efektu kształcenia na poziomie dostatecznym.

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	w1 w2 p1 p10	N1 N2 N3 N5 N6	F1 F2 F3 P1 P2
EK2		Cel 1	w1 w2 p1 p10	N1 N2 N3 N5 N6	F1 F2 F3 P1 P2
EK3		Cel 2	w3 w4 w5 w6 w7 w8 w9 w12 l1 l2 l3 l4 l5 l6 l7 c1 c2 c3 c4 c5 c7 p2 p3 p4 p5 p6 p7	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1 P2
EK4		Cel 2	w3 w4 w5 w6 w7 w8 w9 w12 l1 l2 l3 l4 l5 l6 l7 c1 c2 c3 c4 c5 c7 p2 p3 p4 p5 p6 p7	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1 P2
EK5		Cel 3	w11 c6 p9	N1 N2 N3 N5 N6	F1 F2 F3 P1 P2
EK6		Cel 4	w10 p8	N1 N2 N3 N5 N6	F1 F2 F3 P1 P2
EK7		Cel 5	w1 w2 w3 w4 w5 w6 w7 w8 w9 w10 w11 w12 l1 l2 l3 l4 l5 l6 l7 l8 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10	N1 N2 N3 N4 N6	F2
EK8		Cel 5	w1 w2 w3 w4 w5 w6 w7 w8 w9 w10 w11 w12 l1 l2 l3 l4 l5 l6 l7 l8 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10	N1 N2 N3 N4 N6	F2

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK9		Cel 5	w1 w2 w3 w4 w5 w6 w7 w8 w9 w10 w11 w12 l1 l2 l3 l4 l5 l6 l7 l8 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10	N1 N2 N3 N4 N6	F2
EK10		Cel 4	w10 p8	N1 N2 N3 N6	F1 F2 F3 P1 P2

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Bodnar Adam** — *Wytrzymałość materiałów*, Kraków, 2003, Wyd. Politechniki Krakowskiej
- [2] | **German Janusz** — *Wytrzymałość materiałów*, Kraków, 2011, <http://wm.wil.pk.edu.pl/jg/wyklady/index.htm>
- [3] | **Piechnik Stefan** — *Mechanika techniczna ciała stałego*, Kraków, 2007, Wyd. Politechniki Krakowskiej
- [4] | **Piechnik Stefan** — *Wytrzymałość materiałów*, Kraków, 2001, Wyd. Politechniki Krakowskiej
- [5] | **Zespół Zakładu Wyt. Materiałów (pod red. S.Piechnika)** — *Laboratorium wytrzymałości materiałów*, Kraków, 2002, http://wm.wil.pk.edu.pl/lab_wm.pdf

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Banasiak M., Grossman K., Trombski M.** — *Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów*, Warszawa, 1998, PWN
- [2] | **Bąk R., Burczyński T.** — *Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowego*, Warszawa, 2009, WNT
- [3] | **Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłoś Z.** — *Wytrzymałość materiałów t.1, 2.*, Warszawa, 1996, WNT
- [4] | **Gere J.M., Timoshenko S.P.** — *Mechanics of materials*, Boston, MA., 1997, PWS Publishing Co.
- [5] | **Mazurkiewicz S. (red.)** — *Ćwiczenia z laboratorium z wytrzymałości materiałów*, Kraków, 1999, Wyd. Politechniki Krakowskiej
- [6] | **Słowański L., Orłowski W.** — *Wytrzymałość materiałów: przykłady obliczeń.*, Warszawa, 1963, Arkady
- [7] | **German J.** — *Wprowadzenie do mechaniki pękania*, Kraków, 2018, Wyd. Politechniki Krakowskiej
- [8] | **German J.** — *Podstawy mechaniki kompozytów włóknistych*, Kraków, 1996, Wyd. Politechniki Krakowskiej

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Janusz German (kontakt: jgerman@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż., prof. PK Janusz German (kontakt: jgerman@pk.edu.pl)

2 dr inż. Małgorzata Janus-Michalska (kontakt: mjanus-michalska@pk.edu.p)

3 dr inż. Piotr Kordzikowski (kontakt: pkordzikowski@pk.edu.pl)

4 dr inż. Paweł Latus (kontakt: platus@pk.edu.pl)

5 dr inż. Krzysztof Nowak (kontakt: krzysztof.nowak@pk.edu.pl)

6 dr hab. inż., prof. PK Bogusław Zając (kontakt: bozajac@pk.edu.pl)

8 dr inż. Grzegorz Bosak (kontakt: gbosak@pk.edu.pl)

9 dr inż. Michał Grodecki (kontakt: michal.grodecki@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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