Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Inżynierii Lądowej

Kierunek studiów: Budownictwo

Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: 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 C22 14/15
Kategoria przedmiotu	Przedmioty kierunkowe
Liczba punktów ECTS	11.00
Semestry	3 4

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Laboratoria	Laboratoria komputerowe	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 wzgledu na stany graniczne nośności i użytkowalności.

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 Zapoznanie studentów ze współczesnymi zagadnieniami wytrzymałości materiałów na przykładzie mechaniki kompozytów i mechaniki pękania.

Cel 6 Zwrócenie uwagi studentów na konieczność zrozumienia znaczenia wyników teoretycznych i umiejetność ich interpretacji w celu unikniecia błędu bezgranicznej i bezkrytycznej wiary w normy przedmiotowe oraz wyniki analiz numerycznych.

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 złozonych.

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 użytkowalności.

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 Wiedza Student ma podstawową wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju wiedzy w obszarze szeroko rozumianej wytrzymałości materiałów.

6 Treści programowe

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

Ćwiczenia audytoryjne		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
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

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	4
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. Hooka). Macierz sztywności i podatności materiałowej dla materiału Hooka. 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.	2
W7	Sformułowanie zagadnienia brzegowego dla skręcanego pręta prostego. Skręcanie prętów o przekroju kołowym i prostokątnym. Przybliżona analiza skręcania prętów o przekroju cienkościennym.	4
W8	Analiza prostych i złożonych przypadków wytrzymałościowych (rozciąganie, zginanie proste, zginanie ukośne, mimośrodowe rozciąganie, zginanie poprzeczne).	10
W9	Wyznaczanie ugięć w belkach z zastosowaniem równania różniczkowego ugięć oraz metody Mohra.	4

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
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.	4
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 wytężeniowe dla elementów konstrukcyjnych w złożonych stanach naprężenia (hipoteza Galileusza, Coulomba-Tresci-Guesta, Hubera-Misesa-Hencky oraz Mohra).	4
W13	Podstawowe pojęcia, koncepcje i podejścia dotyczące włóknistych kompozytów laminatowych. Makro i mikromechanika laminatów kompozytowych.	3
W14	Podstawowe pojęcia, koncepcje i kryteria inicjacji wzrostu szczelin stosowane w mechanice pękania materiałów liniowosprężystych.	3

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
P2	Przykłady obliczeniowe ilustrujące podstawowe równania mechaniki ciała odkształcalnego.	2
P3	Skręcanie prętów litych kołowych i prostokątnych. Przybliżona analiza skręcania 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, mimośrodowe 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

Projekty		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
P10	Zastosowanie programów komputerowych do analizy statycznej konstrukcji.	3

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

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	0
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	95
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	95
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**210**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	11.00

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 (wykładach, 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
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
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
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
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
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
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 2.0	x
Na ocenę 3.0	Minimum 55% punktów z kolokwiów i kartkówek do uzyskania zaliczenia, 80% punktów z testu egzaminacyjnego
Na ocenę 3.5	x
Na ocenę 4.0	x
Na ocenę 4.5	x
Na ocenę 5.0	x

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	K_W01, K_W04, K_W05	Cel 1	w1 w2 p1 p10	N1 N2 N3 N5 N6	F1 F2 F3 P1 P2
EK2	K_U01, K_U04, K_U06	Cel 1	w1 w2 p1 p10	N1 N2 N3 N5 N6	F1 F2 F3 P1 P2
EK3	K_W04, K_W05, K_W07	Cel 2	c1 c2 c3 c4 c5 c7 w3 w4 w5 w6 w7 w8 w9 w12 p2 p3 p4 p5 p6 p7 l1 l2 l3 l4 l5 l6 l7	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1 P2
EK4	K_U01, K_U04, K_U06, K_U07	Cel 2	c1 c2 c3 c4 c5 c7 w3 w4 w5 w6 w7 w8 w9 w12 p2 p3 p4 p5 p6 p7 l1 l2 l3 l4 l5 l6 l7	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1 P2
EK5	K_W05, K_U11	Cel 3	c6 w11 p9	N1 N2 N3 N5 N6	F1 F2 F3 P1 P2
EK6	K_W04, K_W05, K_U11	Cel 4	w10 p8	N1 N2 N3 N5 N6	F1 F2 F3 P1 P2
EK7	K_W04, K_K06	Cel 5	w13 w14 l2 l5 l7	N1 N2 N3 N4 N5 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://limba.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://limba.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

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: jg@limba.wil.pk.edu.pl)

2 dr inż. Małgorzata Janus-Michalska (kontakt: mjm@limba.wil.pk.edu.pl)

3 dr inż. Adam Kisiel (kontakt: a.j.kisiel@gmail.com)

4 dr inż. Piotr Kordzikowski (kontakt: pk@limba.wil.pk.edu.pl)

5 dr inż. Paweł Latus (kontakt: pl@limba.wil.pk.edu.pl)

6 dr inż. Marek Matyjaszek (kontakt: mm@limba.wil.pk.edu.pl)

7 dr inż. Krzysztof Nowak (kontakt: kn@limba.wil.pk.edu.pl)

8 dr inż. Adam Zaborski (kontakt: az@limba.wil.pk.edu.pl)

9 dr inż. Bogusław Zając (kontakt: bz@limba.wil.pk.edu.pl)

10 mgr inż. Zbigniew Mikulski (kontakt: zm@limba.wil.pk.edu.pl)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....