

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Inżynierii Lądowej

Kierunek studiów: Budownictwo

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: BUD

Stopień studiów: II

Specjalności: Mechanika materiałów i konstrukcji budowlanych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Mechanika kompozytów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WIL BUD oIIN D10 18/19
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	3

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

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

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Przedstawienie studentom podstawowych pojęć, definicji i terminologii stosowanych w mechanice kompozytów, a szczególne kompozytów włóknistych o matrycy polimerowej.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami dotyczącymi materiałów anizotropowych, a w szczególności ortotropowych i wynikającymi z nich konsekwencjami dla cech sprężystych i sztywnościowych takich materiałów.

**Cel 3** Zapoznanie studentów z kryteriami i metodami określania nośności elementów laminatowych wykonanych z kompozytów włóknistych.

**Cel 4** Zapoznanie studentów z elementami mikromechaniki kompozytów w celu umożliwienia im zrozumienia wpływu składników kompozytu na własności makroskopowe materiału.

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

1 Zaliczenie wytrzymałości materiałów i teorii sprężystości.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student ma wiedzę na temat tzw. klasycznej teorii laminatów w stopniu umożliwiającym posługiwanie się nią w analizie zagadnień inżynierskich.

**EK2 Umiejętności** Student potrafi wyznaczać - w oparciu o charakterystyki materiałowe składników kompozytu - charakterystyki warstwy oraz laminatu w tzw. konfiguracji off-axis (materiałowe macierze sztywności i podatności).

**EK3 Wiedza** Student zna algorytm określania nośności przekroju laminatu kompozytowego z wykorzystaniem podstawowych kryteriów wytrzymałościowych oraz metod wyznaczania nośności.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi wykonać proste obliczenia dotyczące nośności przekroju elementu laminatowego metodą FPF (zniszczenie pierwszej warstwy).

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Wprowadzenie do przedmiotu: rys historyczny, podstawowa terminologia, typy osnów i włókien, budowa kompozytu, główne cechy mechaniczne, zastosowania.	2
<b>W2</b>	Równania konstytutywne oraz macierze sztywności i podatności dla materiału anizotropowego (przypadek ortotropii). Konfiguracja on-axis warstwy. Stałe inżynierskie dla warstwy w płaskim stanie naprężenia.	2
<b>W3</b>	Równania konstytutywne oraz macierze sztywności i podatności dla warstwy ortotropowej w konfiguracji off-axis. Wzory transformacyjne z on-axis do off-axis.	2
<b>W4</b>	Podstawy klasycznej teorii laminatów.	2
<b>W5</b>	Typowe konfiguracje laminatów kompozytowych (laminaty symetryczne, krzyżowe, kątowe, quasi izotropowe).	2
<b>W6</b>	Analiza nośności laminatów. Podstawowe kryteria wytrzymałościowe, podejście FPF i LPF, algorytm obliczeń wytrzymałościowych.	3
<b>W7</b>	Podstawowe koncepcje mikromechaniki kompozytów warstwowych.	2

ĆWICZENIA AUDYTORYJNE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Zastosowanie modelu materiału ortotropowego do analizy statycznej płyty stropowej, na którą przekazywane jest obciążenie z murowanej ściany nośnej.	2
C2	Notacja Voigta. Przejście od zapisu tensorowego do macierzowego na przykładzie uogólnionego prawa Hooke'a. Wyznaczanie macierzy sztywności i podatności warstwy przy użyciu standardowych charakterystyk sztywnościowych warstwy kompozytowej. Analiza kierunków głównych naprężeń i odkształceń w jednokierunkowo zbrojonym kompozycie włóknistym.	2
C3	Wyznaczanie transformowanych macierzy sztywności i podatności warstwy. Analiza prostych stanów obciążenia w konfiguracji nieosiowej warstwy (sprężenie odkształceń kątowych z naprężeniami normalnymi oraz odkształceń normalnych z naprężeniami stycznymi)	2
C4	Analiza sztywności i podatności laminatów w oparciu o odpowiednie macierze wynikające z teorii powłok cienkich. Wyznaczanie rozkładu naprężeń i odkształceń w warstwach laminatu.	2
C5	Wyznaczanie stałych inżynierskich dla laminatów bez sprężenia stanu tarczowego i giętnego. Zmiana charakterystyk sztywnościowych laminatu w zależności od sekwencji ułożenia warstw.	1
C6	Przykłady analizy wytrzymałościowej laminatów (FPF oraz LPF) (w tym prezentacja programu Laminator oraz kodów w programach Mathcad i Matlab)	4
C7	Analiza wytrzymałościowa laminatów przy użyciu komercyjnych programów MES (Abaqus)	2

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Konsultacje

N4 Prezentacje multimedialne

## 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	30
Konsultacje przedmiotowe	3
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	40
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	15
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>90</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Projekt indywidualny

**F2** Test

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Obowiązkowa obecność na zajęciach (wykładach i ćwiczeniach). Trzy nieusprawiedliwione nieobecności wykluczają automatycznie z zajęć.

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	x
NA OCENĘ 3.0	Minimum 55% punktów ze sprawdzianów i odpowiedzi przy zaliczaniu projektu 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 ze sprawdzianów i odpowiedzi przy zaliczaniu projektu 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 ze sprawdzianów i odpowiedzi przy zaliczaniu projektu 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 ze sprawdzianów i odpowiedzi przy zaliczaniu projektu 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		Cel 1	w1 w2 w3 w4	N1 N3	F2 P1
EK2		Cel 2	w1 w2 w3 w4 c1 c2 c3 c4 c5	N2 N3 N4	F2 P1
EK3		Cel 3	w5 w6 c6 c7	N1 N3	F2 P1
EK4		Cel 3	w5 w6 c6 c7	N2 N3 N4	F1 F2 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **German Janusz** — *Konspekty i prezentacje PowerPoint wykładów w Internecie*, Kraków, 2011, <http://limba.wil.pk.edu.pl/jg>
- [2] | **German Janusz** — *Podstawy mechaniki kompozytów włóknistych*, Kraków, 1996, Wyd. Politechniki Krakowskiej
- [3] | **Jones Robert M.** — *Mechanics of Composite Materials*, Philadelphia, 1998, Taylor & Francis

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. prof. PK Janusz German (kontakt: [jg@limba.wil.pk.edu.pl](mailto:jg@limba.wil.pk.edu.pl))

2 mgr inż. Zbigniew Mikulski (kontakt: [zm@limba.wil.pk.edu.pl](mailto: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)

.....  
.....