

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii Lądowej

Kierunek studiów: Budownictwo

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: BUD

Stopień studiów: I

Specjalności: Konstrukcje budowlane i inżynierskie

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                         |
|-----------------------------------------|-------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Wytrzymałość materiałów |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Strength of Materials   |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIL BUD oIN C16 19/20   |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe   |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 11.00                   |
| SEMESTRY                                | 4 5                     |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA<br>AUDYTORYJNE | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKTY | SEMINARIUM |
|---------|--------|--------------------------|-------------|---------------------------------|----------|------------|
| 4       | 15     | 15                       | 0           | 0                               | 0        | 0          |
| 5       | 0      | 6                        | 9           | 0                               | 15       | 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 liniowosprężystego ośrodka ciągłego jako bazy teoretycznej do analizy prostych i złożonych przypadków wytrzymałościowych w celu poznania zasad wymiarowania przekrojów poprzecznych ze względu 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 przykładami 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.

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

- 1 Zaliczenie 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 płaskich konstrukcjach prętowych statycznie wyznaczalnych
- 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.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKTY |                                                                                                                                           |                  |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                    | LICZBA<br>GODZIN |
| P1       | Obliczanie ugięć metodą analityczną (sposób Clebscha) i metodą graficzną Mohra.                                                           | 3                |
| P2       | Zginanie poprzeczne - projektowanie belki zginanej poprzecznie, wymiarowanie spoiny w blachownicy i połączeń w złożonej belce drewnianej. | 3                |
| P3       | Stateczność pręta prostego - siła krytyczna eulerowska i w stanie poza-liniowosprężystym.                                                 | 3                |
| P4       | Sprężysta i plastyczna nośność graniczna przekroju poprzecznego, belek i układów prętowych.                                               | 3                |

| PROJEKTY  |                                                                                  |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                           | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P5</b> | Hipotezy wytrzymałościowe - naprężenie zredukowane w złożonym stanie naprężenia. | 3                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Wprowadzenie do przedmiotu Wytrzymałość Materiałów (WM). Podstawowe pojęcia i założenia WM. Pojęcie sił wewnętrznych i przekrojowych. Siły przekrojowe w płaskich konstrukcjach prętowych. Obliczenia statyczne belek i ram.                             | 4                |
| <b>W2</b> | 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                   | 3                |
| <b>W3</b> | Teoria stanu odkształcenia i przemieszczenia w punkcie materialnym. Macierz odkształcenia i wektor przemieszczenia. Równania geometryczne (r. Cauchyego). Kinematyczne warunki brzegowe. Równania fizyczne dla materiału liniowo sprężystego (r. Hooka). | 3                |
| <b>W4</b> | Przykłady obliczeniowe ilustrujące podstawowe równania dla ośrodka ciągłego.                                                                                                                                                                             | 2                |
| <b>W5</b> | 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                |

| ĆWICZENIA AUDYTORYJNE |                                                                                                                                                               |                  |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                    | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                        | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b>             | Klasyfikacja konstrukcji, obciążeń i więzów. Rozwiązywanie belek prostych i ciągłych, ram, łuków kołowych i parabolicznych, kratownic oraz układów złożonych. | 6                |
| <b>C2</b>             | Przykłady obliczeniowe ilustrujące podstawowe równania mechaniki ciała odkształcalnego.                                                                       | 2                |
| <b>C3</b>             | Wyznaczanie charakterystyk geometrycznych przekroju, w tym głównych centralnych osi bezwładności.                                                             | 2                |
| <b>C4</b>             | Podstawowe przypadki wytrzymałościowe: rozciąganie prętów prostych (przypadki statycznie wyznaczalne i niewyznaczalne plan przemieszczeń).                    | 2                |
| <b>C5</b>             | Podstawowe przypadki wytrzymałościowe: belki poddane zginaniu prostemu i ukośnemu.                                                                            | 3                |

| ĆWICZENIA AUDYTORYJNE |                                                                                                                            |                  |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                    | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C6</b>             | Podstawowe przypadki wytrzymałościowe: mimośrodowe rozciąganie belek - oś obojętna, bryła naprężeń, rdzeń przekroju.       | 3                |
| <b>C7</b>             | Podstawowe przypadki wytrzymałościowe: zginanie poprzeczne rozkłady naprężeń normalnych i stycznych, siła rozwarstwiająca. | 3                |

| LABORATORIA |                                                                                                                                                                                                                        |                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP          | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>   | Znaczenie badań doświadczalnych w wytrzymałości materiałów. Wprowadzenie do tensometrii elektrooporowej i mechanicznej.                                                                                                | 2                |
| <b>L2</b>   | Omówienie i realizacja na maszynie wytrzymałościowej quasi-statycznej próby rozciągania próbek płaskich stalowych i aluminiowych. Wykres rozciągania dla stali: podstawowe charakterystyki sprężysto-wytrzymałościowe. | 2                |
| <b>L3</b>   | Weryfikacja równań liniowej teorii sprężystości poprzez wyznaczanie modułu sprężystości z pomiaru wydłużeń i ugięć belki zginanej.                                                                                     | 2                |
| <b>L4</b>   | Omówienie podstaw elastooptyki i jej znaczenia w badaniach konstrukcji (pełnopolowa analiza obrazu).                                                                                                                   | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia projektowe

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

**N4** Konsultacje

**N5** Ćwiczenia audytoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 60                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 20                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 10                                                      |
| <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                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 120                                                     |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>330</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 11.00                                                   |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Projekt indywidualny

**F3** Test

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** 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 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                                                                                                                                      |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                        |
| 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 6 |                                                                                                                                        |
| 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 c1                                                 | N1 N4 N5              | F1 F2 F3 P1   |
| EK2               |                                                                                | Cel 1           | w1 c1                                                 | N1 N4 N5              | F1 F2 F3 P1   |
| EK3               |                                                                                | Cel 2           | p1 p2 w2 w3 w4<br>c1 c2 c3 c4 c5 c6<br>c7 l1 l2 l3 l4 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1   |
| EK4               |                                                                                | Cel 2           | p1 p2 p5 w2 w3<br>w4 w5 c1 c2 c3<br>c4 c5 c6 c7       | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1   |
| EK5               |                                                                                | Cel 3           | p4 c5                                                 | N2 N4 N5              | F2 F3 P1      |
| EK6               |                                                                                | Cel 4           | p3                                                    | N1 N2 N3 N5           | F1 F2 F3 P1   |

## 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](http://limba.wil.pk.edu.pl/lab_wm.pdf)

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłoś Z. — *Wytrzymałość materiałów t.1, 2.*, Warszawa, 1996, WNT
- [2] | 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](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 dr inż. Małgorzata Janus-Michalska (kontakt: [mjm@limba.wil.pk.edu.pl](mailto:mjm@limba.wil.pk.edu.pl))
- 3 dr inż. Adam Kisiel (kontakt: [a.j.kisiel@gmail.com](mailto:a.j.kisiel@gmail.com))
- 4 dr inż. Piotr Kordzikowski (kontakt: [pk@limba.wil.pk.edu.pl](mailto:pk@limba.wil.pk.edu.pl))
- 5 dr inż. Paweł Latus (kontakt: [pl@limba.wil.pk.edu.pl](mailto:pl@limba.wil.pk.edu.pl))
- 6 dr inż. Marek Matyjaszek (kontakt: [mm@limba.wil.pk.edu.pl](mailto:mm@limba.wil.pk.edu.pl))
- 7 dr inż. Krzysztof Nowak (kontakt: [kn@limba.wil.pk.edu.pl](mailto:kn@limba.wil.pk.edu.pl))
- 8 dr inż. Adam Zaborski (kontakt: [az@limba.wil.pk.edu.pl](mailto:az@limba.wil.pk.edu.pl))
- 9 dr inż. Bogusław Zajęc (kontakt: [bz@limba.wil.pk.edu.pl](mailto:bz@limba.wil.pk.edu.pl))
- 10 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)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....