

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Mechanika Konstrukcji i Materiałów

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Podstawy mechaniki ciał odkształcalnych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                                         |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM MIBM oIS C1 22/23                    |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe              |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                                    |
| SEMESTRY                                | 5                                       |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 5       | 15     | 15        | 0            | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami teorii sprężystości, plastyczności i reologii.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z metodami rozwiązywania zagadnień teorii sprężystości, plastyczności oraz reologii.

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

- 1 Znajomość podstaw rachunku różniczkowego i całkowego
- 2 Znajomość podstaw mechaniki i wytrzymałości materiałów

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student analizuje i podaje interpretację fizyczną stanu naprężenia i odkształcenia w punkcie. Dokonuje transformacji stanu naprężenia i odkształcenia przy użyciu kół Mohra.

**EK2 Wiedza** Student zapisuje komplet równań dla zagadnienia brzegowego liniowej teorii sprężystości, teorii plastyczności oraz reologii.

**EK3 Umiejętności** Student formułuje modele jednoosiowe materiałów sprężystych, plastycznych oraz reologicznych.

**EK4 Umiejętności** Student przeprowadza analizę wytrzymałościową wybranych problemów sprężysto-plastycznych (cylindry grubościennego w stanie sprężysto-plastycznym, rozciąganie, skręcanie i zginanie sprężysto-plastyczne) oraz lepko-sprężystych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| ĆWICZENIA |                                                                                     |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                              | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Transformacja naprężeń i odkształceń przy użyciu kół Mohra.                         | 2                |
| C2        | Komplet równań zagadnienia brzegowego liniowej teorii sprężystości.                 | 1                |
| C3        | Zastosowania metod rozwiązywania problemów sprężystości: funkcje naprężeń Airy'ego. | 1                |
| C4        | Układy prętowe w stanie sprężysto-plastycznym.                                      | 2                |
| C5        | Sprężysto-plastyczne zagadnienia skręcania.                                         | 2                |
| C6        | Sprężysto-plastyczne zginanie. Nośność graniczna belek.                             | 2                |
| C7        | Sprężysto-plastyczne zagadnienia kołowo-symetryczne.                                | 3                |
| C8        | Modele reologiczne.                                                                 | 2                |

| PROJEKT |                                                                                                         |                  |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| P1      | Projektowanie sprężystych elementów konstrukcyjnych w złożonym stanie naprężenia przy użyciu kół Mohra. | 4                |

| PROJEKT   |                                                                                                                |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P2</b> | Określanie nośności sprężystej i granicznej rozciąganych układów prętowych, prętów skręcanych oraz belek.      | 4                |
| <b>P3</b> | Projektowanie cylindrów grubościennych oraz tarcz wirujących w zakresie sprężysto-plastycznym.                 | 4                |
| <b>P4</b> | Rozciąganie i zginanie prętów liniowo lepko-sprężystych, określanie czasu do zniszczenia w warunkach pełzania. | 3                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Elementy rachunku tensorowego, notacja Voigta, konwencja sumacyjna Einsteina.                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2                |
| <b>W2</b> | Trójosiowy stan naprężenia i odkształcenia: interpretacja fizyczna składowych tensorów naprężeń i odkształceń, transformacja naprężeń i odkształceń, naprężenia i odkształcenia główne, koła Mohra, rozeta odkształceń, równania fizyczne Hooke'a, komplet równań zagadnienia brzegowego liniowej teorii sprężystości.                                                   | 4                |
| <b>W3</b> | Wybrane zagadnienia teorii sprężystości - sformułowanie i ogólne metody rozwiązania: płaski stan naprężenia, płaski stan odkształcenia, funkcja naprężeń Airyego, metody rozwiązywania problemów sprężystości, rozwiązania wielomianowe, naprężenia termiczne, sformułowanie we współrzędnych biegunowych.                                                               | 3                |
| <b>W4</b> | Wybrane zagadnienia teorii plastyczności: podstawowe twierdzenia i równania idealnej plastyczności, równania stanu i równania ewolucji dla materiałów ze wzmocnieniem plastycznym, macierzowe sformułowania przyrostowej teorii plastyczności, budowa macierzy konstytutywnej, analiza płaskiego stanu naprężenia i płaskiego stanu odkształcenia, przykłady zastosowań. | 4                |
| <b>W5</b> | Wybrane zagadnienia reologii: podstawowe procesy reologiczne, modele ciał liniowo-lepkosprężystych, nieliniowe funkcje naprężenia, czasu i temperatury.                                                                                                                                                                                                                  | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Konsultacje

**N4** Dyskusja

**N5** Ćwiczenia projektowe

## 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                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 15                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 6                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 15                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 4                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>100</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Sprawdzian

**F2** Projekt indywidualny

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Uzyskanie oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Raport z wykonania projektu indywidualnego

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | Student przedstawia interpretację geometryczną stanu naprężenia i odkształcenia w punkcie. Konstruuje koła Mohra naprężeń i odkształceń. Odczytuje z kół Mohra składowe stanu naprężenia i odkształcenia w układach obróconych. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z projektu konstrukcji w stanie niesprężystym.                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z projektu konstrukcji w stanie niesprężystym.                                                                                          |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z projektu konstrukcji w stanie niesprężystym.                                                                                          |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z projektu konstrukcji w stanie niesprężystym.                                                                                          |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zapisuje komplet równań zagadnienia brzegowego. Zapisuje statyczne i kinematyczne warunki brzegowe. Student wykonał bezbłędnie raport z projektu konstrukcji w stanie sprężystym.                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zapisuje równania fizyczne Hooke'a, liniowej i nieliniowej plastyczności oraz reologii.                                                                                                                                 |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z projektu konstrukcji w stanie niesprężystym.                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z projektu konstrukcji w stanie niesprężystym.                                                                                          |

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0 | Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z projektu konstrukcji w stanie niesprężystym.                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5 | Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie raport z projektu konstrukcji w stanie niesprężystym.                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0 | Student oblicza reakcje, analizuje siły wewnętrzne, naprężenia i odkształcenia, zapisuje warunki projektowania, wyznacza dopuszczalne obciążenia, minimalne wymiary konstrukcji sprężysto-plastycznych oraz czas życia konstrukcji lepko-sprężystych. Student wykonał bezbłędnie raport z projektu konstrukcji w stanie niesprężystym. |

## 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           | C1 P1 W1 W2                      | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |
| EK2               |                                                                                | Cel 1           | C1 C2 P1 W1 W2 W3 W4 W5          | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |
| EK3               |                                                                                | Cel 1           | C4 C8 P2 W4 W5                   | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |
| EK4               |                                                                                | Cel 2           | C3 C4 C5 C6 C7 P2 P3 P4 W3 W4 W5 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Nowacki W. — *Teoria Sprężystości*, Warszawa, 1970, PWN
- [2 ] Ganczarski A., Skrzypek J. — *Mechanika nowoczesnych materiałów*, Kraków, 2013, Wydawnictwo PK
- [3 ] Ganczarski A., Skrzypek J. — *Plastyczność materiałów inżynierskich*, Kraków, 2009, Wydawnictwo PK

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] A. C. Ugural, S. K. Fenster — *Advanced Mechanics of Materials and Applied Elasticity*, USA, 2012, Prentice Hall

[2 ] Cz. Rymarz — *Mechanika Ośrodków Ciągłych*, Warszawa, 1993, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Halina Egner (kontakt: [halina.egner@pk.edu.pl](mailto:halina.egner@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż., prof. PK Jan Bielski (kontakt: [jan.bielski@pk.edu.pl](mailto:jan.bielski@pk.edu.pl))

2 prof. dr hab. inż. Bogdan Bochenek (kontakt: [bogdan.bochenek@pk.edu.pl](mailto:bogdan.bochenek@pk.edu.pl))

3 prof. dr hab. inż. Artur Ganczarski (kontakt: [artur.ganczarski@pk.edu.pl](mailto:artur.ganczarski@pk.edu.pl))

4 prof. dr hab. inż. Błażej Skoczeń (kontakt: [blazej.skoczen@pk.edu.pl](mailto:blazej.skoczen@pk.edu.pl))

5 prof. dr hab. inż. Halina Egner (kontakt: [halina.egner@pk.edu.pl](mailto:halina.egner@pk.edu.pl))

6 dr inż. Szymon Hernik (kontakt: [szymon.hernik@pk.edu.pl](mailto:szymon.hernik@pk.edu.pl))

7 dr inż. Damian Szubartowski (kontakt: [damian.szubartowski@pk.edu.pl](mailto:damian.szubartowski@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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