

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Instalacje, systemy i urządzenia grzewcze

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                         |
|-----------------------------------------|-------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Wytrzymałość materiałów |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Strength of Materials   |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIN C27 22/23  |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe   |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 7.00                    |
| SEMESTRY                                | 4 5                     |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | CWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|-------------|---------------------------------|---------|------------|
| 4       | 9      | 9         | 18          | 0                               | 0       | 0          |
| 5       | 9      | 0         | 0           | 9                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studenta z problematyką analizy wytrzymałościowej i projektowania elementów konstrukcyjnych w złożonym stanie naprężenia

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

1 Znajomość podstaw mechaniki technicznej.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student potrafi opisać proces deformacji elementu konstrukcyjnego w złożonym stanie naprężenia.

**EK2 Wiedza** Student jest w stanie zbudować model obliczeniowy elementu konstrukcyjnego pracującego w złożonym stanie naprężenia.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi przeprowadzić analizę wytrzymałościową elementu konstrukcyjnego w złożonym stanie naprężenia.

**EK4 Umiejętności** Student jest w stanie wykonać obliczenia projektowe elementu konstrukcyjnego pracującego w złożonym stanie naprężenia.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIA |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP          | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                          | LICZBA<br>GODZIN |
| L1          | Statyczne próby rozciągania i ściskania metali. Charakterystyka własności mechanicznych materiałów metalicznych w zakresie sprężystym i plastycznym. Wyznaczanie modułu sprężystości podłużnej, stałej Poissona, granicy plastyczności, wytrzymałości na rozciąganie.           | 2                |
| L2          | Własności materiałów przy obciążeniach dynamicznych. Analiza wpływu prędkości odkształcenia, temperatury oraz karbu.                                                                                                                                                            | 2                |
| L3          | Zagadnienia kontaktowe i twardość materiałów. Zagadnienie naprężeń kontaktowych i pomiary twardości metali i materiałów niemetalowych z wykorzystaniem różnych metod.                                                                                                           | 2                |
| L4          | Statyczna próba zginania i skręcania. Doświadczalna weryfikacja teorii zginania prętów prostych z wykorzystaniem metody superpozycji. Wyznaczanie ugięcia belki. Statyczna próba skręcania prętów o przekroju kołowo-symetrycznym. Wyznaczanie modułu sprężystości poprzecznej. | 4                |
| L5          | Tensometria elektrooporowa. Metoda tensometrii elektrooporowej w pomiarze odkształceń w konstrukcjach w stanie jednoosiowym. Podstawy metody, układ pomiarowy. Czynniki wpływające na wyniki pomiarów.                                                                          | 2                |
| L6          | Doświadczalna weryfikacja zjawiska utraty stateczności.                                                                                                                                                                                                                         | 2                |
| L7          | Podstawy własności reologicznych materiałów. Badanie własności mechanicznych i reologicznych materiałów polimerowych i kompozytów. Zjawiska pełzania i relaksacji. Podstawowe modele reologiczne ciał stałych.                                                                  | 2                |
| L8          | Kryteria wyznaczania odporności na pękanie.                                                                                                                                                                                                                                     | 2                |

| WYKŁAD     |                                                                                                                                                                                                                                         |                  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b>  | Ogólne założenia wytrzymałości materiałów. Model ciała odkształcalnego. Siły wewnętrzne w prętach i układach prętowych. Definicje naprężenia i odkształcenia. Szczegółowe analizy wytrzymałościowej. Podstawowe próby wytrzymałościowe. | 2                |
| <b>W2</b>  | Momenty geometryczne figur płaskich. Środek ciężkości przekroju. Moment statyczny pola przekroju. Moment bezwładności.                                                                                                                  | 1                |
| <b>W3</b>  | Projektowanie konstrukcji prętowych obciążonych siłami normalnymi. Obliczanie naprężeń i deformacji. Warunek bezpieczeństwa. Warunek sztywności.                                                                                        | 2                |
| <b>W4</b>  | Projektowanie skręcanych prętów o kołowym kształcie przekroju. Obliczanie naprężeń i kątów skręcenia. Ścięcia techniczne.                                                                                                               | 2                |
| <b>W5</b>  | Projektowanie prętów zginanych Równanie różniczkowe linii ugięcia belki. Obliczanie naprężeń i ugięć.                                                                                                                                   | 2                |
| <b>W6</b>  | Podstawowe twierdzenie o energii sprężystej. Energetyczna metoda wyznaczania przemieszczeń w układach sprężystych.                                                                                                                      | 1                |
| <b>W7</b>  | Metoda Maxwell-Mohra, metoda sił. Zagadnienia statycznie niewyznaczalne.                                                                                                                                                                | 1                |
| <b>W8</b>  | Zjawisko utraty stateczności. Zagadnienie Eulera. Wyboczenie niesprężyste. Obliczenia wytrzymałościowe prętów z uwagi na stateczność.                                                                                                   | 2                |
| <b>W9</b>  | Zginanie ukośne. Zginanie z rozciąganiem lub ściskaniem.                                                                                                                                                                                | 1                |
| <b>W10</b> | Wyteżenie materiału. Wybrane hipotezy wyteżenia. Wytrzymałość złożona.                                                                                                                                                                  | 2                |
| <b>W11</b> | Zginanie ze skręcaniem. Zginanie ze ścinaniem. Analiza wytrzymałościowa.                                                                                                                                                                | 2                |

| CWICZENIA |                                                                                                                                             |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                      | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Obliczanie sił wewnętrznych w prętach oraz układach prętowych.                                                                              | 2                |
| <b>C2</b> | Projektowanie prętów bądź układów prętowych rozciąganych lub ściskanych z uwagi na warunki bezpieczeństwa oraz sztywności.                  | 1                |
| <b>C3</b> | Projektowanie elementów ścinanych z uwagi na warunek bezpieczeństwa. Projektowanie wałów z uwagi na warunki bezpieczeństwa oraz sztywności. | 2                |
| <b>C4</b> | Projektowanie belek oraz ram z uwagi na warunek bezpieczeństwa.                                                                             | 2                |
| <b>C5</b> | Projektowanie belek z uwagi na warunek sztywności.                                                                                          | 2                |

| LABORATORIA KOMPUTEROWE |                                                                                                               |                  |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                        | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>               | Badanie osobliwości geometrycznych i fizycznych                                                               | 3                |
| <b>K2</b>               | Analiza tarczy na przykładzie modelu 2D i modelu powłokowego. Analiza sprężysto-plastyczna rozciąganej płyty. | 4                |
| <b>K3</b>               | Analiza naprężeń termicznych w pręcie                                                                         | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady.

**N2** Ćwiczenia.

**N3** Laboratoria.

**N4** Laboratoria komputerowe

## 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                                                               | 54                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 4                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 8                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 60                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 30                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 20                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>176</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 7.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Ocena z kolokwium.

**F2** Ocena z laboratorium.

**F3** Ocena z egzaminu.

### **OCENA PODSUMOWUJĄCA**

**P1** Średnia ważona ocen formujących.

### **KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Zakres wiadomości do 55% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.0        | Zakres wiadomości do 60% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zakres wiadomości do 70% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.0        | Zakres wiadomości do 80% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.5        | Zakres wiadomości do 90% wymaganego  |
| NA OCENĘ 5.0        | Zakres wiadomości do 100% wymaganego |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | Zakres wiadomości do 55% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.0        | Zakres wiadomości do 60% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zakres wiadomości do 70% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.0        | Zakres wiadomości do 80% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.5        | Zakres wiadomości do 90% wymaganego  |
| NA OCENĘ 5.0        | Zakres wiadomości do 100% wymaganego |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | Zakres wiadomości do 55% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.0        | Zakres wiadomości do 60% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zakres wiadomości do 70% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.0        | Zakres wiadomości do 80% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.5        | Zakres wiadomości do 90% wymaganego  |
| NA OCENĘ 5.0        | Zakres wiadomości do 100% wymaganego |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | Zakres wiadomości do 55% wymaganego  |

|              |                                      |
|--------------|--------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0 | Zakres wiadomości do 60% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.5 | Zakres wiadomości do 70% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.0 | Zakres wiadomości do 80% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.5 | Zakres wiadomości do 90% wymaganego  |
| NA OCENĘ 5.0 | Zakres wiadomości do 100% wymaganego |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                                                                        | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K1_W05                                                                         | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7 L8 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 W8 W9<br>W10 W11 C1 C2<br>C3 C4 C5 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK2               | K1_W04<br>K1_W05                                                               | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7 L8 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 W8 W9<br>W10 W11 C1 C2<br>C3 C4 C5 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK3               | K1_W05<br>K1_U17                                                               | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7 L8 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 W8 W9<br>W10 W11 C1 C2<br>C3 C4 C5 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK4               | K1_W05<br>K1_U17                                                               | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7 L8 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 W8 W9<br>W10 W11 C1 C2<br>C3 C4 C5 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **E. Cegielski** — *Wytrzymałość materiałów tom I.*, Kraków, 2007, Wydawnictwo PK
- [2] | **J. Właczak** — *Wytrzymałość materiałów oraz podstawy teorii sprężystości i plastyczności tom I.*, Warszawa, 1973, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Piotr Dzierwa (kontakt: [pdzierwa@pk.edu.pl](mailto:pdzierwa@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr hab. inż., prof. PK Halina Egner (kontakt: [halina.egner@pk.edu.pl](mailto:halina.egner@pk.edu.pl))
- 2 dr inż. Szymon Hernik (kontakt: [hernik@mech.pk.edu.pl](mailto:hernik@mech.pk.edu.pl))
- 3 dr inż. Damian Szubartowski (kontakt: [dszubartowski@pk.edu.pl](mailto:dszubartowski@pk.edu.pl))
- 4 dr inż. Marek Kulig (kontakt: [mkulig@mech.pk.edu.pl](mailto:mkulig@mech.pk.edu.pl))
- 5 dr inż. Magdalena Kromka-Szydek (kontakt: [mkszydek@mech.pk.edu.pl](mailto:mkszydek@mech.pk.edu.pl))
- 6 dr inż. Adam Ciszewicz (kontakt: [aciszewicz@pk.edu.pl](mailto:aciszewicz@pk.edu.pl))
- 7 mgr inż. Justyna Miodowska (kontakt: [justyna.miodowska@pk.edu.pl](mailto:justyna.miodowska@pk.edu.pl))
- 8 dr hab. inż., prof. PK Piotr Dzierwa (kontakt: [pdzierwa@pk.edu.pl](mailto:pdzierwa@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

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

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....