

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2017/2018

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: E

Stopień studiów: II

Specjalności: Maszyny i urządzenia energetyczne (Energy systems and machinery), module: Energy systems, Maszyny i urządzenia energetyczne (Energy systems and machinery), module: Renewable energy

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

| | |
|---|------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU | Strength of Material |
| NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM | Strength of Materials |
| KOD PRZEDMIOTU | WM ENERG oIIS B6 17/18 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU | Przedmioty podstawowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS | 3.00 |
| SEMESTRY | 1 |

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM KOMPUTERO- WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1 | 15 | 15 | 0 | 0 | 15 | 0 |

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zdobyć wiedzy dotyczącej analizy wytrzymałościowej konstrukcji.

Cel 2 Zdobyć wiedzy i umiejętności z zakresu podstawowych metod projektowania konstrukcji.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość podstaw matematyki i mechaniki technicznej

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student zna podstawowe teorie dotyczące analizy wytrzymałościowej elementów konstrukcyjnych.

EK2 Wiedza Student potrafi opisać, tworząc model matematyczny, elementy konstrukcyjne w zagadnieniach inżynierskich wytrzymałości materiałów, zarówno w zakresie sprężystym jak i sprężysto-plastycznym.

EK3 Umiejętności Student zna inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie wytrzymałości prętów, układów prętowych oraz płyt i powłok.

EK4 Umiejętności Student potrafi zaprojektować pręt lub układ prętowy poddany prostym lub złożonym obciążeniom statycznym w zakresie liniowo-sprężystym.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD | | |
|-----------|--|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| W1 | Review of basic load cases: axial loading, torsion, shear, symmetric and unsymmetric bending. | 1 |
| W2 | General state of stress: stress tensor, stress transformation, principal stresses, maximum shearing stresses, Mohr's circles, differential equations of equilibrium, static boundary conditions. | 1 |
| W3 | General state of strain: displacement gradient, geometric equations, strain tensor, strain transformation, principal strains, Mohr's circles for strain, dilatation. | 1 |
| W4 | Physical equations, elastic stiffness and compliance, limits for material constants, change of volume and change of shape, boundary problem of linear elasticity. Elastic strain energy of Hooke's material, volumetric and deviatoric strain energy density. | 1 |
| W6 | Combined loading and failure criteria: material failure, yield criteria for ductile materials, fracture criteria for brittle materials, combined stresses (axial and torsional loads, torsional loads and bending moment loads, transverse shear and bending moment loads), eccentric axial loads. | 1 |
| W8 | Axisymmetrically loaded members: thick-walled cylinders, compound cylinders: press or shrink fits, rotating disks of constant thickness, thermal stresses in thin disks, thermal stresses in long circular cylinders. | 2 |
| W9 | Energy methods: work done in deformation, reciprocity theorem, Castigliano's theorem, unit- or dummy-load method, Crotti-Engesser theorem, statically indeterminate systems, principle of virtual work, principle of minimum potential energy. | 2 |

| WYKŁAD | | |
|------------|--|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| W10 | Stability of columns: critical load, buckling of pinned-end columns, deflection response of columns, columns with different end conditions, critical stress, energy methods applied to buckling. | 2 |
| W11 | Plastic behavior of materials: plastic deformation, idealized stress-strain diagrams, plastic axial deformation and residual stress, plastic deflection of beams, elastic-plastic torsion of circular shafts, elastic-plastic stresses in rotating disks, plastic stress-strain relations, stresses in perfectly plastic thick-walled cylinders. | 2 |
| W12 | Plates and shells: bending of thin plates, membrane stresses in thin shells. | 2 |

| ĆWICZENIA | | |
|------------|---|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| C1 | Basic load cases: internal force diagrams, stresses, displacements. | 2 |
| C2 | Transformation of stresses and strains. Plane stress state. Plane strain state. Mohr's circles. Examples of linear elasticity problems. | 2 |
| C5 | Analysis of axisymmetric problems: thick walled cylinders, rotating disks, thermal stresses. | 3 |
| C7 | Stability analysis: Euler's problem, buckling of columns in elastic-plastic range. | 2 |
| C8 | Analysis of elastic-plastic systems. | 2 |
| C9 | Analysis of simply supported rectangular plates. Examples of axisymmetrically loaded circular plates. | 2 |
| C10 | Symmetrically loaded shells of revolution. Thermal stresses in compound cylinders. | 2 |

| PROJEKT | | |
|------------|--|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| P1 | Application of failure theories for plane stress problems: design of structural elements subjected to bending and tension, bending and torsion, bending and shear. | 3 |
| P3 | Axisymmetrically loaded members - Finite Element solution. | 3 |
| P11 | Application of energy methods: design of statically indeterminate systems. Deflections by trigonometric series. | 3 |
| P12 | Design of bar elements with respect to stability. Solution by Finite Differences. | 3 |

| PROJEKT | | |
|------------|--|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| P13 | Plates and shells - Finite Element solution. | 3 |

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Konsultacje

N4 Wykłady

N5 Zadania tablicowe

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym: | |
| Godziny wynikające z planu studiów | 45 |
| Konsultacje przedmiotowe | 20 |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji | 10 |
| Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym: | |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury | 40 |
| Opracowanie wyników | 20 |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji | 20 |
| SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA | 155 |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU | 3.00 |

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Sprawdzian pisemny

OCENA PODSUMOWUJĄCA**P1** Egzamin pisemny**P2** Średnia ważona ocen formujących**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Poprawne wykonanie wszystkich zadań projektowych.**W2** Regulaminowa obecność na wykładach, ćwiczeniach i projektach.**W3** Uzyskanie pozytywnej oceny ze sprawdzianów pisemnych.**W4** Uzyskanie pozytywnej oceny z egzaminu.**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 | |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0 | - |
| NA OCENĘ 3.0 | Student zna podstawowe założenia przyjmowane w wytrzymałości materiałów oraz algorytmy projektowania elementów konstrukcyjnych poddanych prostym i złożonym obciążeniom. |
| NA OCENĘ 3.5 | - |
| NA OCENĘ 4.0 | - |
| NA OCENĘ 4.5 | - |
| NA OCENĘ 5.0 | - |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 | |
| NA OCENĘ 2.0 | - |
| NA OCENĘ 3.0 | Student potrafi poprawnie zapisać komplet równań dla rozwiązania zagadnień dotyczących wytrzymałości elementów konstrukcyjnych poddanych obciążeniom prostym i złożonym. |
| NA OCENĘ 3.5 | - |
| NA OCENĘ 4.0 | - |
| NA OCENĘ 4.5 | - |
| NA OCENĘ 5.0 | - |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 | |
| NA OCENĘ 2.0 | - |
| NA OCENĘ 3.0 | Student potrafi zastosować inżynierskie metody obliczeniowe, w tym MES i MRS, do rozwiązania prostych zagadnień wytrzymałościowych. |

| | |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.5 | - |
| NA OCENĘ 4.0 | - |
| NA OCENĘ 4.5 | - |
| NA OCENĘ 5.0 | - |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 | |
| NA OCENĘ 2.0 | - |
| NA OCENĘ 3.0 | Student poprawnie przygotowuje i zreferuje projekty indywidualne. |
| NA OCENĘ 3.5 | - |
| NA OCENĘ 4.0 | - |
| NA OCENĘ 4.5 | - |
| NA OCENĘ 5.0 | - |

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|---|-----------------------|---------------|
| EK1 | K2_W03 K2_W05 | Cel 1 Cel 2 | W1 W2 W3 W4 W6 W8 W9 W10 W11 W12 C1 C2 C5 C7 C8 C9 C10 P1 P3 P11 P12 P13 | N2 N3 N4 N5 | F1 F2 P1 |
| EK2 | K2_W01 K2_W03 K2_W05 K2_W06 K2_U08 | Cel 1 Cel 2 | W1 W2 W3 W4 W6 W8 W9 W10 W11 W12 C1 C2 C5 C7 C8 C9 C10 P1 P3 P11 P12 P13 | N2 N3 N4 N5 | F1 F2 P1 |
| EK3 | K2_U03 K2_U08 K2_U10 | Cel 1 Cel 2 | W1 W2 W3 W4 W6 W8 W9 W10 W11 C1 C2 C5 C7 C8 P1 P3 P11 P12 P13 | N2 N3 N4 N5 | F1 F2 P1 |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|---|-----------------------|---------------|
| EK4 | K2_W03 K2_W04 K2_W05 K2_W06 K2_U03 K2_U08 K2_K06 | Cel 1 Cel 2 | W1 W2 W3 W4 W6 W8 W9 W10 W11 W12 C1 C2 C5 C7 C8 C9 C10 P1 P3 P11 P12 P13 | N2 N3 N4 N5 | F1 F2 P1 |

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Ansel C. Ugural — *Mechanics of Materials*, USA, 2007, John Wiley & Sons
- [2] R. C. Hibbeler — *Mechanics of Materials*, Singapore, 2005, Pearson
- [3] Ansel C. Ugural, Saul K. Fenster — *Advanced Mechanics of Materials and Applied Elasticity*, USA, 2012, Pearson Education

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] P. Black — *Strength of Materials*, London, 1966, Pergamon Press
- [2] N. S. Ottosen, M. Ristinmaa — *The Mechanics of Constitutive Modelling*, GB, 2005, Elsevier
- [3] A. Pytel, J. Kiusalaas — *Mechanics of Materials*, USA, 2012, Cengage Learning

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 4 prof. dr hab. inż. Bogdan Bochenek (kontakt: Bogdan.Bochenek@pk.edu.pl)
- 6 prof. dr hab. inż. Artur Ganczarski (kontakt: artur.ganczarski@pk.edu.pl)
- 7 dr hab. inż., prof. PK Jan Bielski (kontakt: jan.bielski@pk.edu.pl)
- 8 dr inż. Szymon Hernik (kontakt: szymon.hernik@pk.edu.pl)
- 9 dr hab. inż., prof. PK Halina Egner (kontakt: halina.egner@pk.edu.pl)
- 10 dr Katarzyna Tajs-Zielińska (kontakt: Katarzyna.Tajs-Zielinska@pk.edu.pl)
- 11 mgr inż. Damian Szubartowski (kontakt: dszubartowski@pk.edu.pl)



13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....