

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Urządzenia Chłodnicze i Klimatyzacyjne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                          |
|-----------------------------------------|--------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Zastosowania systemu MES |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                          |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM MIBM oIS B39 20/21    |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe    |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                     |
| SEMESTRY                                | 5                        |

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

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

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie posługiwania się wybranym systemem MES wraz z umiejętnością importu wirtualnej geometrii wykonanej w innych programach w celu wykonania symulacji MES.

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

- 1 Znajomość podstaw mechaniki, wytrzymałości materiałów, inżynierii materiałowej oraz podstaw konstrukcji maszyn. Znajomość podstaw Metody Elementów Skończonych.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** M1\_W08 Zna i rozumie inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie mechaniki, podstaw konstrukcji maszyn i wytrzymałości materiałów, szczególnie w zakresie wytrzymałości prętów i układów prętowych, wytrzymałości materiału, złożonych stanów obciążenia płyt i powłok oraz cylindrów grubościennych; metody doświadczalne badania własności materiałów konstrukcyjnych oraz analizy stanu naprężenia i odkształcenia konstrukcji; podstawowe prawa dotyczące tych dziedzin i wnioski inżynierskie z nich wynikające; zagadnienia z podstaw Metody Elementów Skończonych (MES) konieczne do formułowania i rozwiązywania problemów inżynierskich.

**EK2 Wiedza** Zna i rozumie podstawowe właściwości oraz zastosowania materiałów inżynierskich, pozwalające na właściwy dobór materiałów w obszarze budowy maszyn i urządzeń.

**EK3 Umiejętności** M1\_U08 Potrafi wykorzystać program symulacji komputerowej do zagadnień w zakresie inżynierii mechanicznej na poziomie inżynierskim oraz zinterpretować dane uzyskane na drodze symulacji komputerowej.

**EK4 Umiejętności** Potrafi w stopniu podstawowym wykorzystywać rozwinięte komercyjne inżynierskie narzędzia symulacyjne, jak na przykład programy MES lub CFD i inne stosowane w inżynierii mechanicznej literaturowymi.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                      |                  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Tryb dialogowy i wsadowy w systemie ANSYS analiza płaskiej tarczy z otworami lub podcięciami, stan naprężenia, ocena spiętrzenia naprężeń, estymacja błędu rozwiązania, modyfikacje siatki elementów | 2                |
| L2           | Globalne/lokalne układy współrzędnych. Tworzenie płaskich modeli w trybach bottom-top; top-bottom na wybranych przykładach                                                                           | 2                |
| L3           | Zagadnienia płyt i powłok, tworzenie modeli poprzez wyciąganie z wzorca lub generację bezpośrednią. Rozwiązanie zadania testowego                                                                    | 3                |
| L4           | Modelowanie obiektów 3D, definicja płaszczyzny roboczej, operacje Boolea dla brył.                                                                                                                   | 2                |
| L5           | Wybrane zagadnienia analizy nieliniowej na przykładach zginanych belek, tarcz, powłok                                                                                                                | 2                |
| L6           | Modelowanie zagadnień kontaktowych.                                                                                                                                                                  | 2                |
| L7           | Zagadnienia przepływu ciepła modelowanie                                                                                                                                                             | 2                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Płaski stan naprężenia i odkształcenia przykłady konstrukcji. Zapis przemieszczeń, odkształceń i naprężeń w formie wektorowej i macierzowej. Funkcje kształtu elementów trójkątnych i czworokątnych w płaskim stanie naprężenia. Wyrażanie przemieszczeń, odkształceń i naprężeń poprzez funkcje kształtu oraz stopnie swobody elementu. Zastępcze siły węzłowe w płaskim elemencie. Całkowita energia potencjalna płaskiego elementu. Definicja macierzy sztywności płaskiego elementu. | 3                |
| <b>W2</b> | Dwuwymiarowe elementy skończone płyty i powłoki, stopnie swobody, siły wewnętrzne. Wyrażenie krzywizny powłoki przez funkcje kształtu $N_i(x,y)$ . Powłokowo/płytkowe elementy skończone niższego i wyższego rzędu. Warunki brzegowe, przykłady zastosowań.                                                                                                                                                                                                                              | 4                |
| <b>W3</b> | Zagadnienia CAD, import geometrii wykonanej w zewnętrznych programach CAD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                |
| <b>W4</b> | Przestrzenny stan naprężenia. Funkcje kształtu dla czworo- i sześciokątnych elementów skończonych. Elementy skończone do analizy problemów osiowo-symetrycznych. Sformułowanie warunków brzegowych. Analiza zagadnień sprężysto-plastycznych, elementy skończone dla materiałów kompozytowych.                                                                                                                                                                                           | 4                |
| <b>W5</b> | Elementy skończone w analizie termicznej, estymacja błędów rozwiązań numerycznych, adaptacja typu h- lub p-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**N3** Prezentacje multimedialne

**N4** Konsultacje

## 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                                                               | 30                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 8                                                       |
| 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                               | 6                                                       |
| Opracowanie wyników                                                                              | 7                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 7                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>60</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 2.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F2** Odpowiedź ustna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Zna i rozumie inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie mechaniki, podstaw konstrukcji maszyn i wytrzymałości materiałów, szczególnie w zakresie wytrzymałości prętów i układów prętowych, wytrzymałości materiałów, złożonych stanów obciążenia płyt i powłok oraz cylindrów grubościennych; zagadnienia z podstaw Metody Elementów Skończonych (MES) konieczne do formułowania i rozwiązywania problemów inżynierskich. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | W wystarczającym stopniu zna i rozumie podstawowe właściwości oraz zastosowania materiałów inżynierskich, pozwalające na właściwy dobór materiałów w obszarze budowy maszyn i urządzeń.                                                                                                                                                                                                                                     |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | W wystarczającym stopniu potrafi wykorzystać program symulacji komputerowej do zagadnień w zakresie inżynierii mechanicznej na poziomie inżynierskim oraz zinterpretować dane uzyskane na drodze symulacji komputerowej. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi w stopniu podstawowym wykorzystywać rozwinięte komercyjne inżynierskie narzędzia symulacyjne, tj. program MES lub inne stosowane w inżynierii mechanicznej.                                                      |

## 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           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7 W1 W2<br>W3 W4 W5 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |
| EK2               |                                                                                | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7 W1 W2<br>W3 W4 W5 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |
| EK3               |                                                                                | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7                   | N2 N3 N4              | F1 F2 P1      |
| EK4               |                                                                                | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7                   | N2 N3 N4              | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **G.Krzesinski, T.Zagrajek, P.Marek, P.Borkowski** — *MES w mechanice konstrukcji i materiałów*, Warszawa, 2015, Oficyna Wydawnicza PW
- [2] | **J.Bielski** — *Wprowadzenie do inżynierskich zastosowań MES*, Kraków, 2010, Wyd. PK
- [3] | **S.Łączek** — *Modelowanie i analiza konstrukcji w systemie MES ANSYS v.11*, Kraków, 2011, Wyd. PK

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- [1] | **S.Moaveni** — *Finite Element Analysis, Theory and Applications with ANSYS*, Londyn, 2011, Pearson Education

**12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH****OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr inż. Bogdan, Artur Szybiński (kontakt: bogdan.szybinski@pk.edu.pl)

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr hab.inż., prof.PK Marek Barski (kontakt: marek.barski@mech.pk.edu.pl)

2 dr hab.inż., prof.PK Bogdan Szybiński (kontakt: boszyb@mech.pk.edu.pl)

3 dr inż. Filip Lisowski (kontakt: filip.lisowski@mech.pk.edu.pl)

4 dr inż. Paweł Romanowicz (kontakt: promek@mech.pk.edu.pl)

5 dr inż. Adam Stawiarski (kontakt: adam.stawiarski@mech.pk.edu.pl)

6 dr inż. Wojciech Szteleblak (kontakt: wojciech.szteleblak@pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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