

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Medyczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Biomechanika, Inżynieria kliniczna

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                                   |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Zaawansowane analizy MES w bioinżynierii materiałów i konstrukcji |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                                                                   |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM IMED oHS B9 22/23                                              |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                                             |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                                                              |
| SEMESTRY                                | 2                                                                 |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15     | 0         | 15           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poszerzenie wiedzy i umiejętności zastosowania pakietu metody elementów skończonych w zakresie inżynierskiego modelowania materiałów, procesów i wytrzymałościowej analizy konstrukcji.

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

1 Znajomość podstaw mechaniki, wytrzymałości materiałów, materiałów inżynierskich oraz CAD i MES.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna i rozumie problemy analizy nieliniowej geometrycznie i/lub materiałowo prowadzonej przy użyciu MES. Poznanie metod modelowania kontaktu.

**EK2 Wiedza** Poznanie zasad modelowania i prowadzenia analiz zmęczeniowych metodą elementów skończonych.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi generować siatki elementów skończonych przy użyciu różnych metod i parametrów dla skomplikowanych geometrii i złożeń oraz potrafi ocenić ich jakość.

**EK4 Umiejętności** Student, który zaliczył przedmiot nabył podstawowe umiejętności symulacji numerycznych w zakresie modelowania interakcji biomechanicznej tkanki biologicznej i implantu.

**EK5 Kompetencje społeczne** Student, który zaliczył przedmiot potrafi analizować rozwiązania konstrukcyjne z uwzględnieniem ich wpływu na rozwój dyscypliny. Posiada umiejętność prezentowania przeprowadzonej analizy wobec grupy.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |                                                                                                  |                  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH                                           | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Zasady modelowania i prowadzenia analiz w programie Ansys Workbench                              | 2                |
| L2           | Metody generowania siatek elementów skończonych i ocena ich jakości w programie Ansys Workbench. | 2                |
| L3           | Zagadnienia nieliniowe. Modelowanie kontaktu. Nieliniowość materiału.                            | 6                |
| L4           | Podstawy prowadzenia analiz zmęczeniowych w programie Ansys Workbench.                           | 5                |

| WYKŁAD |                                                                                                                                                                                                      |                  |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| W1     | Wstęp i podstawy analizy nieliniowej. Procedury i ustawienie rozwiązania nieliniowego.                                                                                                               | 2                |
| W2     | Metody tworzenia siatek elementów skończonych w Ansys Meshing dla geometrii 3D. Metody regulacji siatki, ustawienia lokalne i globalne. Parametry oceny jakości siatki. Tworzenie siatki dla złożeń. | 2                |
| W3     | Nieliniowości geometryczne. Monitorowanie rozwiązania. Diagnostyka rozwiązania niezbieżnego, osobliwości.                                                                                            | 2                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                       |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W4</b> | Wstęp do zagadnień kontaktowych. Definiowanie typów i cecha kontaktu. Algorytmy kontaktowe. Sztywność kontaktu i penetracja.                                                          | 2                |
| <b>W5</b> | Nieliniowość materiałowa. Plastyczność. Hiperelastyczność.                                                                                                                            | 2                |
| <b>W6</b> | Wprowadzenie do zmęczenia materiałów. Fizyczne podstawy pękania. Metody obliczeń: nominalnego naprężenia(S-N), lokalnego odkształcenia (E-N). Czynniki korygujące krzywe zmęczeniowe. | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

## 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                                                                         | 10                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 5                                                       |
| <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                                                                              | 10                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 10                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>80</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 2.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Kolokwium

**F2** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego**OCENA PODSUMOWUJĄCA****P1** Średnia ważona ocen formujących**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.**W2** Pozytywna ocena formującą, ustalana na podstawie średniej ważonej ocen sprawozdań (0,4) oraz kolokwium (0,6).**W3** Obecność na wykładach (min. 70%) i laboratorium(min. 85%)**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskał średnią ważoną 3,0-3,25  |
| NA OCENĘ 4.0        | Uzyskał średnią ważoną 3,76-4,25 |
| NA OCENĘ 5.0        | Uzyskał średnią ważoną 4,60-5,00 |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskał średnią ważoną 3,0-3,25  |
| NA OCENĘ 4.0        | Uzyskał średnią ważoną 3,76-4,25 |
| NA OCENĘ 5.0        | Uzyskał średnią ważoną 4,60-5,00 |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskał średnią ważoną 3,0-3,25  |
| NA OCENĘ 4.0        | Uzyskał średnią ważoną 3,76-4,25 |
| NA OCENĘ 5.0        | Uzyskał średnią ważoną 4,60-5,00 |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskał średnią ważoną 3,0-3,25  |
| NA OCENĘ 4.0        | Uzyskał średnią ważoną 3,76-4,25 |
| NA OCENĘ 5.0        | Uzyskał średnią ważoną 4,60-5,00 |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskał średnią ważoną 3,0-3,25  |
| NA OCENĘ 4.0        | Uzyskał średnią ważoną 3,76-4,25 |
| NA OCENĘ 5.0        | Uzyskał średnią ważoną 4,60-5,00 |

## 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 L3 W1 W3<br>W4 W5                | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK2               |                                                                                | Cel 1           | L4 W6                               | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK3               |                                                                                | Cel 1           | L2 W2                               | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK4               |                                                                                | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK5               |                                                                                | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] | Ansys, Inc. — *Ansys Workbench Users Guide*, , 2019,

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Krzesiński G., Zagrajek T., Marek P., Borkowski P. — *Metoda elementów skończonych w mechanice materiałów i konstrukcji : rozwiązywanie wybranych zagadnień za pomocą systemu ANSYS*, Warszawa, 2015, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [2] | Skrzat A. — *Modelowanie liniowych i nieliniowych problemów mechaniki ciała stałego i przepływów ciepła w programie ANSYS Workbench*, Rzeszów, 2014, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej
- [3] | Łaczek S. — *Przykłady analizy konstrukcji w systemie MES ANSYS-Workbench v.12.1*, Kraków, 2013, Wydawnictwo PK

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Agnieszka, Maria Chojnacka-Brożek (kontakt: [achojnacka@mech.pk.edu.pl](mailto:achojnacka@mech.pk.edu.pl))

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr inż. Agnieszka Chojnacka-Brozek (kontakt: [agnieszka.chojnacka-brozek@pk.edu.pl](mailto:agnieszka.chojnacka-brozek@pk.edu.pl))

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....