

# 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: I

Specjalności: Biomechanika

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                               |
|-----------------------------------------|-------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Modelowanie 3D w biomechanice |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                               |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM IMED oIS C4 22/23          |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe    |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                          |
| SEMESTRY                                | 6                             |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 6       | 0      | 0         | 0            | 0                                | 30      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie metodyki oraz sposobów komputerowego modelowania struktur biologicznych i układów biomechanicznych.

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

- 1 Znajomość zagadnień związanych z dokumentacją techniczną oraz podstaw projektowania elementów konstrukcji.
- 2 Znajomość zagadnień z obszaru anatomii, wytrzymałości materiałów, biomateriałów, biomechaniki i metody elementów skończonych.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Student potrafi zdefiniować cele i założenia modelowania w biomechanice. Zna metodykę procesu modelowania dowolnego układu biomechanicznego.
- EK2 Wiedza** Student zna metody obliczeniowe i projektowe w zakresie biomechaniki inżynierskiej, wytrzymałości materiałów, podstaw projektowania wspomagane komputerowo oraz metod numerycznych (również w zakresie indywidualnych implantów z wykorzystaniem metod inżynierii odwrotnej oraz metod obrazowania medycznego).
- EK3 Umiejętności** Student potrafi samodzielnie wykonać studia literaturowe i opracować komputerowy model wybranego układu biomechanicznego.
- EK4 Umiejętności** Student rozwiązuje problemy na poziomie inżynierskim za pomocą modelowania i symulacji komputerowych zadań z zakresu bioinżynierii mechanicznej.
- EK5 Umiejętności** Student ocenia wyniki obliczeń i analiz (z uwzględnieniem m.in. wyężenia materiału, złożonych stanów obciążeni) oraz formułuje wnioski konieczne do rozwiązywania problemów inżynierskich w biomechanice.
- EK6 Kompetencje społeczne** Student potrafi ocenić rozwiązania konstrukcyjne stosowane w biomechanice z uwzględnieniem ich wpływu na rozwój dyscypliny.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| P1      | Zaprojektowanie implantu do cranioplastyki z wykorzystaniem programu Mimics, w oparciu o kosc czaszki. Wybór metody, założenia wstępne. Generowanie modelu geometrycznego. Przygotowanie modelu do symulacji numerycznych na bazie danych z tomografii komputerowej. | 4                |
| P2      | Wykonanie modelu tetniaka aorty w programie Mimics z wykorzystaniem zaawansowanych narzędzi segmentacji. Analiza geometrii. Przygotowanie modelu w formacie STL do wydruku 3D. Zaprojektowanie bazy i podpór dla modelu w programie 3-matic.                         | 4                |
| P3      | Wykonanie modelu w formacie IGES na potrzeby analizy przepływów (CFD) w tchawicy i oskrzelach. Optymalizacja siatki elementów w programie 3-matic                                                                                                                    | 2                |
| P4      | Projekt zaliczeniowy 1.                                                                                                                                                                                                                                              | 4                |
| P5      | Podstawy modelowania w programie Ansys Workbench (interfejs, funkcje programu).                                                                                                                                                                                      | 2                |

| PROJEKT   |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                    | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P6</b> | Wykonanie geometrii typu Solid w programie Ansys Workbench .                                                                                                                                                                                                                              | 3                |
| <b>P7</b> | Upraszczanie i naprawa geometrii na potrzeby symulacji numerycznych w programie Ansys.                                                                                                                                                                                                    | 2                |
| <b>P8</b> | Parametryzacja modeli w programie Ansys Workbench. Definiowanie materiałów. Definiowanie warunków brzegowych. Prowadzenie analiz numerycznych w programie Ansys Workbench dla modeli importowanych w formacie STL. Przygotowanie raportu z wynikami. Interpretacja wyników analiz modelu. | 5                |
| <b>P9</b> | Projekt zaliczeniowy 2.                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia projektowe

**N2** Dyskusja

**N3** Prezentacje multimedialne

## 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                                                                         | 5                                                       |
| 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                               | 7                                                       |
| Opracowanie wyników                                                                              | 4                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 4                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>52</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 2.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Projekt indywidualny 1

**F2** Projekt indywidualny 2

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Przygotowanie oraz omówienie zagadnień z zakresu przeprowadzonych prac w ramach projektu indywidualnego.

**W2** Uzyskanie oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

**W3** Pozytywna ocena końcowa ustalana na podstawie średniej ważonej ocen projektów.

**W4** Wymagane minimum 85% obecność na zajęciach projektowych.

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                    |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 50-59 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                            |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 60-69 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                            |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 70-79 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                            |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 80-89 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                            |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi przedstawić i zaproponować metodykę procesu modelowania wybranego układu biomechanicznego.                         |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 50-59 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                            |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 60-69 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 70-79 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 80-89 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi określić i scharakteryzować metody obliczeniowe i projektowe wykorzystywane w zakresie biomechaniki inżynierskiej. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                    |

|                     |                                                                                                                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Na ocenę 2.0 Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 50-59 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 60-69 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 70-79 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 80-89 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi wykonać projekt układu biomechanicznego, stosując się do wytycznych metodyki, w oparciu o wskazane dane doświadczalne lub literaturowe. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 2.0        | Na ocenę 2.0 Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 50-59 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 60-69 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 70-79 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 80-89 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi rozwiązać problem zadań z zakresu bioinżynierii mechanicznej wykorzystując modelowanie i symulacje komputerowe.                         |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 50-59 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 60-69 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 70-79 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 80-89 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0        | Student, który zaliczył przedmiot potrafi wykonać analizę dowolnego rozwiązania konstrukcyjnego układu biomechanicznego.                                |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Student uzyskał 50-59 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Student uzyskał 60-69 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Student uzyskał 70-79 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Student uzyskał 80-89 % punktów wymaganych na ocenę 5,0                                                                                                 |

|              |                                                                                                                                     |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0 | Student potrafi określić założenia modelowania i ocenić/przedyskutować uzyskane rozwiązania konstrukcyjne stosowane w biomechanice. |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE             | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | L1_W06<br>L1_W18<br>L1_W21                                                     | Cel 1           | P1 P2 P3 P5 P6<br>P7 P8       | N1 N2                 | F1 F2         |
| EK2               | L1_W21                                                                         | Cel 1           | P1 P2 P3 P5 P6<br>P7 P8       | N1 N2                 | F1 F2         |
| EK3               | L1_U01                                                                         | Cel 1           | P1 P2 P3 P4 P5<br>P6 P7 P8 P9 | N1 N2                 | F1 F2         |
| EK4               | L1_U06 L1_U12<br>L1_U19                                                        | Cel 1           | P1 P2 P3 P4 P5<br>P6 P7 P8 P9 | N1 N2                 | F1 F2         |
| EK5               | L1_U01 L1_U03                                                                  | Cel 1           | P4 P7 P8 P9                   | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK6               | L1_U03                                                                         | Cel 1           | P4 P9                         | N2 N3                 | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Materialise Publishing — *Mimics Student Edition Course Book*, Leuven, 2018, Materialise
- [2] | Bedzinski R. (pod red.) — *Biomechanika tom XII, s. Mechanika Techniczna*, Warszawa, 2011, IPPT PAN
- [3] | Ansys, Inc. — *Ansys Workbench Users Guide*, , 2019,

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Nałecz M. (red.) — *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna. Tom 5. Biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna*, Warszawa, 2001, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT
- [2] | Gzik M. — *Modelowanie oraz nowoczesne metody inżynierskiego wspomagania leczenia wad narządu ruchu człowieka*, Gliwice-Radom, 2013, Poli. Śląska
- [3] | Tadeusiewicz R., Augustyniak P. (red.) — *Podstawy inżynierii biomedycznej*, Kraków, 2009, AGH

## 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-Brożek (kontakt: [agnieszka.chojnacka-brozek@pk.edu.pl](mailto:agnieszka.chojnacka-brozek@pk.edu.pl))

2 dr inż. Sylwia Łagan (kontakt: [sylwia.lagan@pk.edu.pl](mailto:sylwia.lagan@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....

.....