

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Medyczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria kliniczna

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Zaawansowane analizy MES w bioinżynierii materiałów i konstrukcji
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM IMED oHS B9 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	2

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

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- 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.
- 2 Znajomość podstaw teoretycznych MES.
- 3 Znajomość podstaw projektowania/tworzenia geometrii w oprogramowaniu CAD.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna zasady modelowania i prowadzenia analiz nieliniowych metoda elementów skończonych.

**EK2 Wiedza** Student zna i potrafi opisać problemy analizy nieliniowej geometrycznie i/lub materiałowo prowadzonej przy użyciu MES.

**EK3 Wiedza** Student zna metody modelowanie i symulacji kontaktu.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi generować siatki elementów skończonych przy użyciu różnych metod i parametrów dla skomplikowanych geometrii i złożeń, oraz potrafi ocenić ich jakość.

**EK5 Umiejętności** Student ma podstawowe umiejętności symulacji numerycznych w zakresie modelowania interakcji biomechanicznej tkanki biologicznej i implantu.

**EK6 Kompetencje społeczne** Student, który zaliczył przedmiot, potrafi analizować i ocenić rozwiązania konstrukcyjne z uwzględnieniem ich wpływu na rozwój dyscypliny. Posiada umiejętności prezentowania wyników przeprowadzonej analizy wobec grupy.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA 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	Podstawy definiowania zagadnienia nieliniowego.	2
L4	Modelowanie i analiza nieliniowego zachowania materiału.	3
L5	Modelowanie i analiza różnego typu kontaktów, definiowanie ich cech i kontaktu i parametrów.	4
L6	Analiza i diagnostyka rozwiązania niezbieżnego.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Wstęp i podstawy analizy nieliniowej. Procedury i ustawienie rozwiązania nieliniowego.	2
<b>W2</b>	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 złożenia.	2
<b>W3</b>	Nieliniowości geometryczne. Monitorowanie rozwiązania.	2
<b>W4</b>	Nieliniowość materiałowa. Plastyczność. Hiperelastyczność.	2
<b>W5</b>	Wstęp do zagadnień kontaktowych. Definiowanie typów i cecha kontaktu. Algorytmy kontaktowe. Sztywność kontaktu i penetracja.	4
<b>W6</b>	Diagnostyka rozwiązania niezbieźnego, osobliwości.	3

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE 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	9
Opracowanie wyników	1
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	5
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>60</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium lub test zaliczeniowy

**F2** Rozwiązanie zadań przedstawionych w ramach ćwiczeń laboratoryjnych

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

**W2** Pozytywna ocena formującą.

**W3** Obecność na laboratorium(min. 85%)

### 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 zamodelować i przeprowadzić analizę metoda elementów skończonych z uwzględnieniem różnych źródeł nieliniowości.
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 zdefiniować i przeprowadzić analizę metoda elementów skończonych z nieliniowością geometryczną i materiałową.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
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 definiuje parametry kontaktu i potrafi przeprowadzić symulacje metoda elementów skończonych z jego uwzględnieniem.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
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 generuje siatki elementów skończonych przy użyciu różnych metod i parametrów dla skomplikowanych geometrii i złożeń. Potrafi ocenić jakość wykonanej siatki i wprowadzić w niej stosowne modyfikacje.

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 potrafi modelować i symulować interakcje biomechaniczna pomiędzy tkanka biologiczna i implantem.
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 analizuje i ocenia wyniki rozwiązania konstrukcyjnego. Potrafi zaprezentować przeprowadzone symulacje i wyniki wobec grupy.

## 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 L4 L5 W1 W3 W4 W5	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK2		Cel 1	L1 L3 L4 W1 W3 W4	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK3		Cel 1	L5 W1 W5	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4		Cel 1	L2 W2	N1 N2 N3	F1 F2 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK5		Cel 1	L1 L2 L3 L4 L5 L6 W1 W2 W3 W4 W5 W6	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK6		Cel 1	L3 L6 W1 W6	N1 N2 N3	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)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Agnieszka Chojnacka-Brożek (kontakt: 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)

.....