

POLITECHNIKA KRAKOWSKA
IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2024/2025

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 24/25
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
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 złożenia.	2
W3	Nieliniowości geometryczne. Monitorowanie rozwiązania.	2
W4	Nieliniowość materiałowa. Plastyczność. Hiperelastyczność.	2
W5	Wstęp do zagadnień kontaktowych. Definiowanie typów i cecha kontaktu. Algorytmy kontaktowe. Sztywność kontaktu i penetracja.	4
W6	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
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	9
Opracowanie wyników	1
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	5
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	60
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)

.....