

**SYLABUS**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2022/2023 – 2025/2026  
(skrajne daty)

Rok akademicki 2024/2025

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Modelowanie i analiza MES</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych Instytut Inżynierii Materiałowej
Kierunek studiów	Mechatronika
Poziom studiów	Studia I-go stopnia
Profil	praktyczny
Forma studiów	Studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	III rok, 5 semestr
Rodzaj przedmiotu	Przedmiot specjalnościowy
Język wykładowy	polski
Koordinator	dr Michał Marchewka
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr Michał Marchewka

\* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

**1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS**

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
5	15			30					5

**1.2. Sposób realizacji zajęć**

- zajęcia w formie tradycyjnej  
 zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

**1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)**

Wykład – egzamin.

Ćwiczenia laboratoryjne – zaliczenie z oceną.

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**Zaliczone kursy: *Analiza matematyczna, Algebra liniowa z geometrią.*

### 3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

#### 3.1 Cele przedmiotu

C <sub>1</sub>	Rozwiązywanie równań różniczkowych z wykorzystaniem definicji I-szej i II-giej pochodnej.
C <sub>2</sub>	Umiejętność obsługi opcji analizy przy użyciu metody elementów skończonych w programie Inventor oraz Multiphysics.
C <sub>3</sub>	Praktyczna umiejętność budowy poprawnej siatki MES.

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych <sup>1</sup>
EK_01	Student ma wiedzę z algebry i analizy matematycznej pozwalającą na rozwiązywanie równań różniczkowych z wykorzystaniem I-szej i II-giej pochodnej metodą elementów skończonych.	K_Wo1
EK_02	Student zna metodę zapisu podstawowych równań fizyki w postaci równań różniczkowych.	K_Wo2
EK_03	Student zna sposoby rozwiązań metodą elementów skończonych zagadnień związanych z wytrzymałością materiałów.	K_Wo6
EK_04	Student zna zapis w postaci równania różniczkowego obwodów RLC, umie zapisać takie równanie w postaci elementów różnic skończonych.	K_Wo8
EK_05	Student umie zaplanować i przeprowadzić symulacje komputerową pozwalającą na rozwiązanie zagadnienia zapisanego w postaci równania różniczkowego z wykorzystaniem elementów skończonych. Student umie krytycznie analizować otrzymane wyniki.	K_Uo4
EK_06	Student umie zaprojektować w dedykowanym oprogramowaniu problem fizyczny do rozwiązania używając właściwych narzędzi programowych.	K_Uo7
EK_07	Student rozumie potrzebę podnoszenia swojej wiedzy i kompetencji celem dalszego dokształcania się w technologiach MES, które obecnie bardzo szybko ewoluują.	K_U19
EK_08	Student rozumie, iż metoda MES jest jednym z pierwszych etapów projektowania elementów, urządzeń i układów, który znacznie obniża koszty i niweluje ryzyka ekonomiczne w procesie wprowadzania nowych ulepszonych urządzeń/części/elementów.	K_Ko5

<sup>1</sup> W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Rozwiązywanie równań różniczkowych pierwszego i drugiego rzędu z wykorzystaniem metody różnic skończonych. Definicje I-szej i II-giej pochodnej.
Zapis układu równań w postaci macierzowej.
Definicja warunków brzegowych dla równania różniczkowych.
Ogólne zasady dyskretyzacji – element jednowymiarowy, element dwuwymiarowy.
Własności funkcji kształtu.
Definicja podstawowych praw fizyki w postaci równań różniczkowych – przykłady 1D, 2D, 3D.
Obwody RLC.
Comsol – zasady działania programu, zasady definicji kształtu, omówienie bibliotek, omówienie fizyki w programie, budowa poprawnej siatki MES.
Inventor – zasady projektowania i wykorzystywania modułu MES w programie. Przykłady analizy i obliczeń dla wytrzymałości zaprojektowanych elementów/układów złożonych.

#### B. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne
Definicja I-szej i II-giej pochodnej. Rozwiązywanie równań różniczkowych metoda różnic skończonych
Rozwiązywanie układów równań metodą macierzową.
Wprowadzanie warunków brzegowych. Warunki brzegowe Dirichleta, Neumanna
Ogólne zasady dyskretyzacji: przykłady 1D i 2D. Funkcja kształtu.
Omówienie środowiska Comsol, Inventor
Budowanie bryły i podział siatka mesh – zasady, błędy, tworzenie elementów złożonych, podział, elementów granicznych – Comsol, Inventor
Analiza wyników symulacji numerycznych, zasady interpretacji różnych zależności.

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład problemowy, wykład z prezentacją multimedialną.

Ćwiczenia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań, wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń w środowisku Comsol, Inventor.

## 4. METODY I KRYTERIA OCENY

### 4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w., ćw., ...)
EK_01	Ocena wiedzy z danego zakresu, egzamin.	wykład, lab.
EK_02	Ocena wiedzy z danego zakresu, egzamin.	wykład, lab.
EK_03	Ocena wiedzy z danego zakresu, egzamin.	wykład, lab.
EK_04	Ocena wykonanego zadania – rachunki tablicowe, egzamin.	wykład, lab.

EK_05	Ocena wykonanego procesu projektowania rozwiązania.	lab.
EK_06	Ocena wykonanego zadania w programie Inventor/Comsol.	lab.
EK_07	Ocena wykonania zadań.	lab.
EK_08	Ocena analizy wyników zadania.	lab.

#### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiąganych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć. Ocena uzyskana z zaliczenia przedmiotu pozwoli ocenić stopień osiągniętych efektów. Weryfikacja efektów uczenia się z wiedzy i umiejętności odbywa się poprzez kolokwia, sprawozdania, aktywność na zajęciach i udział w dyskusji. Natomiast weryfikacja kompetencji społecznych odbywa się poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.

##### Wykład

Warunki zaliczenia egzaminu: Egzamin ustny z zagadnień poruszanych na wykładzie i ćwiczeń laboratoryjnych. Z zestawu pytań student musi odpowiedzieć na trzy pytania.

Kryteria oceny:

- odpowiedź na wszystkie pytania: ocena 5,0 (bardzo dobry)
- odpowiedz na dwa pytania: ocena 4,0 (dobry)
- odpowiedz na jedno pytanie: ocena 3,0 (dostateczny)
- brak odpowiedzi: ocena 2,0 (niedostateczny).

##### Ćwiczenia laboratoryjne

Ocena końcowa stanowi średnią ocen uzyskanych z przygotowania do zajęć, wykonywanych zadań oraz kolokwium.

Kolokwium – kryteria oceny:

- 3,0 – dostateczny (51 - 60)% pkt,
- 3,5 – dostateczny plus (61 - 70)% pkt,
- 4,0 – dobry (71 - 80)% pkt,
- 4,5 – dobry plus (81 - 90)% pkt,
- 5,0 – bardzo dobry (91 - 100)% pkt.

#### 5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	20
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	60
SUMA GODZIN	125

<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>5</b>
---------------------------------------	----------

*\* Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.*

## 6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	Nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	Nie dotyczy

## 7. LITERATURA

<p>Literatura podstawowa:</p> <p>[1] Michał Marchewka: Komputerowe wspomaganie projektowania. Skrypt dla studentów kierunku IM. ISBN: 978-83-938523-0-7, 2014.</p> <p>[2] Fabian Stasiak: Zbiór ćwiczeń. Autodesk Inventor.</p>
<p>Literatura uzupełniająca:</p> <p>[1] COMSOL Multiphysics – Scripting guide.</p>

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej