



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Komputerowa analiza konstrukcji mechatronicznych [S1Mech2>KAKM]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Mechatronika

Rok/Semestr  
3/6

Studia w zakresie (specjalność)  
–

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obieralny

### Liczba godzin

Wykład  
15

Laboratorium  
30

Inne  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr inż. Dominik Wojtkowiak  
dominik.wojtkowiak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza: Znajomość mechaniki technicznej, wytrzymałości materiałów, podstaw konstrukcji maszyn i układów napędowych, podstaw metody elementów skończonych. Umiejętności: Samodzielne formułowanie problemu technicznego, obsługa programów do rysowania 2D i modelowania 3D, czytanie dokumentacji technicznej konstrukcji, obliczenia wytrzymałościowe elementów maszyn, kształtowanie cech konstrukcyjnych komponentów maszyn. Kompetencje społeczne: Zrozumienie konieczności poszerzania swoich kompetencji, gotowość do podjęcia dyskusji nad analizowaną konstrukcją.

### Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest nabycie umiejętności budowy modeli symulacyjnych umożliwiających analizę wytrzymałościową, sztywnościową i funkcjonalną projektowanych konstrukcji mechanicznych i mechatronicznych oraz ich implementacja w programie ABAQUS.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Zna budowę modelu symulacyjnego MES oraz wpływ poszczególnych elementów modelu na wyniki komputerowej analizy konstrukcji.

Zna różne rodzaje analiz komputerowych oraz ich zastosowanie w praktyce inżynierskiej.

Umiejętności:

Potrafi zbudować model symulacyjny odwzorowujący rzeczywiste warunki działające na konstrukcję lub zachodzące podczas procesu technologicznego.

Potrafi zaimplementować model w wybranym środowisku symulacyjnym.

Potrafi dokonać analizy wyników otrzymanych z symulacji komputerowej i zastosować je w procesie projektowania oraz przygotować raport z przeprowadzonych badań symulacyjnych.

Kompetencje społeczne:

Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: Zaliczenie pisemne weryfikacji teoretycznych umiejętności budowy modelu symulacyjnego zadanego przykładu konstrukcyjnego. Zaliczenie odbywa się na ostatnim wykładzie i trwa 45 minut.

Kryteria oceny: ocenie podlega poprawność budowy modelu symulacyjnego (75% oceny) oraz znajomość podstawowych pojęć wykorzystywanych w analizie konstrukcji (25% oceny).

Skala ocen: poniżej 50% - 2.0, od 50% - 3.0, od 60% - 3.5, od 70% - 4.0, od 80% - 4.5, od 90% - 5.0.

Laboratorium: Zaliczenie w formie weryfikacji praktycznych umiejętności budowy modelu symulacyjnego zadanego przykładu konstrukcyjnego oraz obsługi programu ABAQUS. Zaliczenie odbywa się na ostatnich zajęciach laboratoryjnych (15) i trwa 90 minut. Bieżąca weryfikacja nabytych umiejętności podczas samodzielnej analizy wybranych rozwiązań konstrukcyjnych (zajęcia laboratoryjne 13-14).

Kryteria oceny: ocenie podlega poprawność budowy modelu symulacyjnego (75% oceny) oraz jego implementacja w programie ABAQUS (25% oceny).

Skala ocen: poniżej 50% - 2.0, od 50% - 3.0, od 60% - 3.5, od 70% - 4.0, od 80% - 4.5, od 90% - 5.0.

### Treści programowe

Budowa modelu symulacyjnego MES, założenia upraszczające w komputerowej analizie konstrukcji, modelowanie właściwości materiałów, definiowanie warunków brzegowych i obciążeń, dyskretyzacja części w MES, statyczna analiza wytrzymałościowa i sztywnościowa, analiza dynamiczna, analiza temperaturowo-przemieszczeniowa, analiza częstotliwości drgań własnych, analiza zniszczenia materiału, symulacja zjawisk w urządzeniach mechatronicznych.

### Tematyka zajęć

Wykłady:

Wykład 1 (2) - Wprowadzenie do CAE

Zapoznanie się z interfejsem i możliwościami modułu preprocesora ABAQUS/CAE. Wizualizacja otrzymanych danych w postprocesorze ABAQUS/Viewer. Tworzenie modeli 2D i 3D w programie ABAQUS. Importowanie geometrii z innych oprogramowań CAD 3D. Ustawienia parametrów symulacji.

Wykład 2 (2) - Budowa modelu symulacyjnego MES

Budowa modelu symulacyjnego MES. Modelowanie materiałów inżynierskich w symulacji komputerowej. Definiowanie geometrii konstrukcji. Definiowanie warunków brzegowych, obciążeń i kontaktów. Wybór rodzaju elementów skończonych. Sterowanie siatką.

Wykład 3 (2) - Analiza wytrzymałości i sztywności elementów układów mechatronicznych

Styczna analiza wytrzymałościowa pojedynczych elementów maszynowych i zespołów (złóżeń) konstrukcji mechatronicznych. Styczna analiza sztywności konstrukcji układów pomiarowych.

Wykład 4 (2) - Kontakt w analizach MES

Definiowanie kontaktów pomiędzy elementami maszynowymi w programie ABAQUS. Analiza naprężeń w typowych połączeniach kształtowych (połączenia gwintowe, wpustowe, wielowypustowe i kołkowe) oraz w łożyskach.

Wykład 5 (2) - Analiza dynamiczna ABAQUS/Explicit

Dynamiczna analiza konstrukcji mechatronicznych. Analiza uderzenia w pręt metalowy - zjawiska falowe.

Wykład 6 (2) - Modelowanie struktur kompozytowych z wykorzystaniem metody elementów skończonych

Wykład 7 (2) - Modelowanie elementów piezoelektrycznych i elektromagnetycznych

Wykład 8 (1) - Zaliczenie

Zaliczenie pisemne weryfikacji teoretycznych umiejętności budowy modelu symulacyjnego danego przykładu konstrukcyjnego.

Laboratoria:

Laboratorium 1-2 - Metody modelowania w analizie MES elementów 3D

Porównanie modeli bryłowych (zad. 1), belkowych (zad. 2) i powłokowych (zad. 3) na przykładzie analizy statycznej belki wspornikowej.

Laboratorium 3 - Uproszczenia stosowane w analizie konstrukcji

Płaski stan naprężenia oraz symetria w modelu - analiza belki tensometrycznej (zad. 4).

Analiza elementów osiowoosymetrycznych - analiza ściskanej tulei (zad. 5).

Laboratorium 4 - Analiza statyczna złożeń

Analiza statyczna zapinki wykonanej z tworzywa sztucznego (zad. 7)

Laboratorium 5-6 - Analiza pracy elementów układów napędowych

Analiza statyczna wału Cardana (zad. 8).

Laboratorium 7-8 - Analiza dynamiczna pracy urządzenia

Badanie zachowania przegubu samochodowego (zad. 9)

Laboratorium 9 - Analiza temperaturowo-przemieszczeniowa

Analiza hamowania tarczy samochodowej (zad. 10)

Laboratorium 10 - Analiza drgań

Badanie częstotliwości drgań własnych układu masa-sprężyna-tłumik (zad. 11)

Laboratorium 11 - Analiza procesów technologicznych celem wyznaczenia siły roboczej

Badanie procesu zgniotu puszki aluminiowej (zad. 12).

Laboratorium 12 - Analiza zniszczenia materiału

Symulacja pęknięcia materiału z wykorzystaniem metody XFEM (zad. 13).

Symulacja przebiegu materiału z wykorzystaniem usuwania elementów skończonych (zad. 14).

Laboratorium 13-14 - Analiza wybranych rozwiązań konstrukcyjnych

Zastosowanie zdobytej wiedzy i umiejętności podczas zajęć laboratoryjnych 1-12 do analizy wybranych rozwiązań konstrukcyjnych. Opracowywanie raportu z wykonanych analiz.

Laboratorium 15 - Zaliczenie

Zaliczenie w formie weryfikacji praktycznych umiejętności budowy modelu symulacyjnego danego przykładu konstrukcyjnego oraz obsługi programu ABAQUS.

## Metody dydaktyczne

Wykład: Wykład z prezentacją multimedialną, z zastosowaniem metody przypadków (case study) - analiza rozwiązania rzeczywistych problemów konstrukcyjnych.

Laboratorium: Metody warsztatowe praktycznych zajęć laboratoryjnych przy stanowiskach komputerowych - zajęcia laboratoryjne 1-12. Analiza przypadku (case study) rzeczywistych rozwiązań konstrukcyjnych (samodzielna praca studenta ze wsparciem ze strony prowadzącego) - zajęcia 13-14.

## Literatura

Podstawowa:

1. Dębski P., Ponieważ G., Różyło P., Wójcik A.: Podstawy metody elementów skończonych - przykłady obliczeń numerycznych w programie Abaqus. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2015.
2. Różyło P., Dębski H.: Metoda elementów skończonych. Praktyczne przykłady zagadnień statycznych i dynamicznych w programie Abaqus. Część 1. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2020.
3. Różyło P., Dębski H.: Metoda elementów skończonych. Praktyczne przykłady zagadnień statycznych i dynamicznych w programie Abaqus. Część 2. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2020.
4. Różyło P.: Modelowanie struktur kompozytowych z wykorzystaniem metody elementów skończonych w programie Abaqus, Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2023.

Uzupełniająca:

1. Szturmowski B.: Inżynierskie zastosowanie MES w problemach mechaniki ciała stałego na przykładzie programu ABAQUS. Wyd. Akademii Marynarki Wojennej, 2013
2. Skrzat A.: Modelowanie liniowych i nieliniowych problemów mechaniki ciała stałego i przepływów ciepła w programie ABAQUS. Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, 2014
3. Chrościelewski J., Burzyński S., Daszkiewicz K., Sobczyk B., Witkowski W.: Wprowadzenie do modelowania MES w programie ABAQUS. Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2014.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwiiw/egzaminu, wykonanie projektu)	55	2,00