

# I. KARTA PRZEDMIOTU

1. Nazwa przedmiotu: **MES W ANALIZIE KONSTRUKCJI CAE**
2. Kod przedmiotu: **Km**
3. Jednostka prowadząca: **Wydział Mechaniczno-Elektryczny**
4. Kierunek: **Mechanika i budowa maszyn**
5. Specjalność: **Eksploatacja Siłowni Okrętowych**
6. Moduł: **treści kierunkowych**
7. Poziom studiów: **II stopnia**
8. Forma studiów: **stacjonarne**
9. Semestr studiów: **III**
10. Profil: **praktyczny**
11. Prowadzący: **dr inż. Bogdan Szturomski**

## CEL PRZEDMIOTU

<b>C1</b>	Zapoznanie studentów z technikami tworzenia elementów maszyn w programach CAD na potrzeby symulacji numerycznych CAE.
<b>C2</b>	Zapoznanie studentów z środowiskiem programów CAE. Przygotowanie zadania MES. Wymiana danych między programami CAD i CAE (export, import danych)
<b>C3</b>	Nabycie umiejętności praktycznego wykonywania analiz wytrzymałościowych konstrukcji belkowo - prętowej (części). Definiowanie obciążeń ciągłych. Definiowanie przegubów i elementów podatnych z tłumieniem.
<b>C4</b>	Nabycie umiejętności praktycznego wykonywania analiz dwuwymiarowych zagadnień w płaskim stanie naprężenia.
<b>C5</b>	Nabycie umiejętności weryfikacji poprawności sformułowania rozwiązywanego zadania (interpretacja otrzymanych wyników).
<b>C6</b>	Nabycie umiejętności praktycznego wykonywania analiz w przestrzennym stanie naprężenia dla dowolnych obciążeń statycznych i kinetostatycznych.
<b>C7</b>	Nabycie umiejętności praktycznego wykonywania analiz nieliniowych. Plastyczne modele materiału, duże przemieszczenia, zagadnienia kontaktowe.
<b>C8</b>	Nabycie umiejętności praktycznego wykonywania analiz z zakresu przepływu ciepła i rozszerzalności cieplnej.
<b>C9</b>	Nabycie umiejętności w zakresie praktycznej analizy dynamicznej. Zagadnienia własne, wyznaczanie parametrów ruchu.

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

<b>1</b>	Znajomość rysunku technicznego i oprogramowania CAD.
<b>2</b>	Znajomość mechaniki technicznej.
<b>3</b>	W zakresie matematyki biegła znajomość rachunku macierzowego i różniczkowego.
<b>4</b>	Znajomość wytrzymałości materiałów.
<b>5</b>	Znajomość podstaw Metody Elementów Skończonych.

## EFEKTY KSZTAŁCENIA

<b>EK1</b>	Student potrafi praktycznie odwzorowywać geometrię elementów maszyn w programie CAD na potrzeby symulacji CAE.
<b>EK2</b>	Student zna środowisko programów CAE. Zna zasady przygotowania zadania w myśl Metody Elementów Skończonych. Wymiana danych między programami CAD i CAE (export, import danych).
<b>EK3</b>	Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz wytrzymałościowych konstrukcji belkowo - prętowej (części). Potrafi definiować obciążenia ciągłe. Definiuje przeguby i elementy podatnych z tłumieniem.
<b>EK4</b>	Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz dwuwymiarowych zagadnień w płaskim stanie naprężenia.
<b>EK5</b>	Nabycie umiejętności weryfikacji poprawności sformułowania rozwiązywanego zadania (interpretacja otrzymanych wyników).

<b>EK6</b>	Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz w przestrzennym stanie naprężenia dla dowolnych obciążeń statycznych i kinetostatycznych.
<b>EK7</b>	Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz nieliniowych. Stosuje plastyczne modele materiału, duże przemieszczenia, zagadnienia kontaktowe.
<b>EK8</b>	Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz z zakresu przepływu ciepła i rozszerzalności cieplnej.
<b>EK9</b>	Student praktycznej potrafi wykonać dynamiczną analizę ruchu konstrukcji. Rozwiązuje zagadnienia własne.
<b>EK10</b>	Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.
<b>EK11</b>	Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.
<b>EK12</b>	Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium. dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium.

## TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		Liczba godzin
<b>W1</b>	Wiadomości podstawowe z zakresu CAD, programy, licencje, dostępność. Techniki CAD do odwzorowywania geometrii przestrzennej 3D elementów, części maszyn i urządzeń. Podstawy grafiki komputerowej.	<b>1</b>
<b>W2</b>	Istota MES w środowisku programów CAE. Struktura programu CAE. Zasady przygotowania zadania według MES. Wymiana danych między programami CAD i CAE (export, import danych)	<b>1</b>
<b>W3</b>	Analizy wytrzymałościowe konstrukcji belkowo - prętowej (części). Definiowanie obciążeń ciągłych. Definiowanie przegubów i elementów podatnych z tłumieniem.	<b>1</b>
<b>W4</b>	Analiza dwuwymiarowa zagadnień w płaskim stanie naprężenia i odkształcenia. Tworzenie elementów powłokowych (konstrukcje cienkościenne, detale z blach) na potrzeby symulacji numerycznych CAE.	<b>1</b>
<b>W5</b>	Przestrzenny stan naprężenia dla dowolnych obciążeń statycznych i kinetostatycznych. Weryfikacja poprawności sformułowania rozwiązywanego zadania (interpretacja otrzymanych wyników).	<b>1</b>
<b>W6</b>	Zagadnienia nieliniowe. Plastyczne modele materiału, duże przemieszczenia, zagadnienia kontaktowe.	<b>1</b>
<b>W7</b>	Przepływ ciepła i rozszerzalność cieplna.	<b>1</b>
<b>W8</b>	Zagadnienia dynamiczne. Zagadnienia własne, wyznaczanie parametrów ruchu elementów maszyn.	<b>1</b>
<b>Razem</b>		<b>8</b>
ZAJĘCIA LABORATORYJNE		
<b>L1</b>	Instalacja programu, pliki i ich przeznaczenie. Dokumentacja PDF	<b>1</b>
<b>L2</b>	Projektowanie elementów powłokowych dla środowiska CAE.	<b>1</b>
<b>L3</b>	Wymiana danych między programami CAD i CAE (export, import danych)	<b>1</b>
<b>L4</b>	Analizy wytrzymałościowe konstrukcji prętowych.	<b>1</b>
<b>L5</b>	Analizy wytrzymałościowe konstrukcji belkowych. Definiowanie obciążeń ciągłych. Definiowanie przegubów i elementów podatnych z tłumieniem.	<b>2</b>
<b>L6</b>	Analizy płaskich elementów maszyn w płaskim stanie naprężenia i odkształcenia.	<b>2</b>
<b>L7</b>	Prezentacja wyników obliczeń numerycznych. Wykresy wybranych wunkcji w czasie i ich kombinacje.	<b>2</b>
<b>L8</b>	Weryfikacja poprawności sformułowania rozwiązywanego zadania (interpretacja otrzymanych wyników) na podstawie oceny ciągłości otrzymanych wyników.	<b>2</b>
<b>L9</b>	Statyczna analiza elementów maszyn w przestrzennym stanie naprężenia.	<b>2</b>
<b>L10</b>	Kinetostatyczna analiza wirujących elementów maszyn w przestrzennym stanie naprężenia.	<b>2</b>

L11	Zagadnienia nieliniowe. Plastyczne formowanie elementów maszyn z uwzględnieniem dużych przemieszczeń.	2
L12	Modelowanie zagadnień kontaktowych. Kontakt z tarciami. Rozwiązywanie zagadnień kontaktowych dla prostego zespołu części w programie CAE.	2
L13	Wyznaczanie stanu naprężenia w elementach maszyn wywołanych obciążeniem cieplnym, zagadnienie niestacjonarne.	2
L14	Analiza postaci drgań własnych obiektu technicznego (części)	2
L15	Wyznaczenie stanu naprężenia w elementach maszyn wywołane zmiennymi przyspieszeniami	2
L16	Wyznaczanie parametrów ruchu elementów maszyny.	2
Razem		28

### NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1	Notebook z projektorem
2	Procywnia komputerowa z komputerami
3	Licencjonowane oprogramowanie CAD i CAE - wersja edukacyjna
4	Tablica i kolorowe pisaki
5	Stanowiska komputerowe z oprogramowaniem dydaktycznym

### SPOSOBY OCENY

#### FORMUJĄCA

F1	Wykonanie zadań obliczeniowych	EK1-EK9
----	--------------------------------	---------

#### PODSUMOWUJĄCA

P2	Indywidualne zadanie obliczeniowe	EK1-EK9
----	-----------------------------------	---------

### OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności	
	semestr	razem
Godziny kontaktowe z nauczycielem	36	36
Samodzielne opracowanie zagadnień	10	10
Rozwiązywanie zadań domowych	20	20
Przygotowanie się do ćwiczeń - laboratorium	36	36
<b>SUMA GODZIN W SEMESTRZE</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
<b>PUNKTY ECTS W SEMESTRZE</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

### LITERATURA

#### PODSTAWOWA

1	Szturomski B., Podstawy Metody Elementów Skończonych, Wydawnictwo Akademickie AMW, Gdynia 2011, ISBN 978-83-60278-5.
2	Szturomski B., Inżynierskie zastosowanie MES w problemach mechaniki ciała stałego na przykładzie programu ABAQUS/CAE, Gdynia AMW - Gdynia 2013.

#### UZUPEŁNIAJĄCA

3	Jaskulski A., Autodesk Inventor 2010PL/2010, Wydawnictwo Naukowe PWN 2009, ISBN: 9788301160395.
4	Dobrzański T. Rysunek Techniczny Maszynowy. WNT 2005.
5	Dyląg Z., Orłoś Z., Jakubowicz A, Wytrzymałość materiałów, T1 i 2, W-wa WNT 2008.
6	Skrzat A., Modelowanie liniowych i nieliniowych problemów mechaniki ciała stałego i przepływów ciepła w programie ABAQUS, ISBN 978-83-7199-586-6, Politechnika Rzeszowska 2010.

## PROWADZĄCY PRZEDMIOT

1 dr inż. Bogdan Szturomski, b.szturomski@amw.gdynia.pl

---

## Formy oceny

Efekt	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 4	Na ocenę 5
EK1	<i>Student potrafi praktycznie odwzorowywać geometrię elementów maszyn w programie CAD na potrzeby symulacji CAE.</i>			
			Student potrafi praktycznie odwzorowywać geometrię elementów powłokowych (konstrukcje cienkościenne, detale z blach) na potrzeby symulacji CAE.	
EK2	<i>Student zna środowisko programów CAE. Zna zasady przygotowania zadania w myśl Metody Elementów Skonczonych. Wymiana danych między programami CAD i CAE (export, import danych).</i>			
			Student zna środowisko programów CAE. Zna zasady przygotowania zadania w myśl Metody Eelementów Skonczonych. Wymiana danych między programami CAD i CAE (export, import danych).	
EK3	<i>Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz wytrzymałościowych konstrukcji belkowo - prętowej (części). Potrafi definiować obciążenia ciągłe. Definiuje przeguby i elementy podatnych z tłumieniem.</i>			
			Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz wytrzymałościowych konstrukcji belkowo - prętowej (części). Potrafi definiować obciążenia ciągłe. Definiuje przeguby i elementy podatnych z tłumieniem.	
EK4	<i>Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz dwuwymiarowych zagadnień w płaskim stanie naprężenia.</i>			
			Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz dwuwymiarowych zagadnień w płaskim stanie naprężenia.	
EK5	<i>Nabycie umiejętności weryfikacji poprawności sformułowania rozwiązywanego zadania (interpretacja otrzymanych wyników).</i>			
			Nabycie umiejętności weryfikacji poprawności sformułowania rozwiązywanego zadania (interpretacja otrzymanych wyników).	

EK6	<i>Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz w przestrzennym stanie naprężenia dla dowolnych obciążeń statycznych i kinetostatycznych.</i>			
			Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz w przestrzennym stanie naprężenia dla dowolnych obciążeń statycznych i kinetostatycznych.	
EK7	<i>Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz nieliniowych. Stosuje plastyczne modele materiału, duże przemieszczenia, zagadnienia kontaktowe.</i>			
			Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz nieliniowych. Stosuje plastyczne modele materiału, duże przemieszczenia, zagadnienia kontaktowe.	
EK8	<i>Student posiada umiejętności praktycznego wykonywania analiz z zakresu przepływu ciepła i rozszerzalności cieplnej.</i>			
	Nie słucha uważnie treści wykładu, nie zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem	Słucha uważnie treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem	dyskutuje trudniejsze fragmenty zajęć w celu lepszego zrozumienia	wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł
EK9	<i>Student praktycznej potrafi wykonać dynamiczną analizę ruchu konstrukcji. Rozwiązuje zagadnienia własne.</i>			
	Student nie przestrzega zasad obowiązujących na wykładach	Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach	student dba o przestrzeganie zasad obowiązujących na wykładach przez innych studentów	student wskazuje możliwe modyfikacje zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów
EK10	<i>Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.</i>			
	Biernie uczestniczy w wykładzie, laboratorium i nie zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści	Aktywnie uczestniczy w wykładzie, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści	zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium	dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium
EK11	<i>Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.</i>			
EK12	<i>Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium. dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium.</i>			