

Wydział Mechaniczny PWR

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **CAD/MES**

Nazwa w języku angielskim: **CAD/FEM**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Poziom i forma studiów: **I stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **RAM031113**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2			1.4	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawy wytrzymałości materiałów, analizy wytrzymałościowej układów prętowych, tarczowych i płytowych. Znajomość rodzajów materiałów inżynierskich.
2. Algebra macierzy.
3. Potrafi przeprowadzić analizy wytrzymałościowe w zakresie sprężystym prostych elementów konstrukcyjnych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy w zakresie podstaw teorii metody elementów skończonych.
- C2. Nabycie umiejętności zbudowania odpowiedniego modelu do obliczeń MES.
- C3. Nabycie umiejętności obliczeń wytrzymałościowych prostych elementów (kratownica, belka, rama, płyta, korpus pompy) metodą elementów skończonych .

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Zna podstawy teorii metody elementów skończonych

PEK_W02 - Zna zasady budowy modeli numerycznych (geometrycznych i dyskretnych) do obliczeń MES

PEK_W03 - Posiada wiedzę o możliwościach zastosowania MES

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Nabył umiejętność posługiwania się programem do obliczeń MES

PEK_U02 - Potrafi zastosować odpowiedni rodzaj modelu geometrycznego i dyskretnego do rozwiązania określonego zadania teorii sprężystości

PEK_U03 - Potrafi przeprowadzić obliczenia MES w zakresie statki, drgań własnych i stateczności sprężystej

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Nabywa umiejętności ponoszenia odpowiedzialności za wykonaną pracę

PEK_K02 - Myśleć i działać w sposób kreatywny.

PEK_K03 - Nabywa umiejętność pracy zespołowej.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do teorii MES, przykłady zastosowań	1
Wy2	Funkcje aproksymacyjne, rodzaje elementów skończonych (klasyfikacje), warunki zbieżności	2
Wy3	Elementy skończone 3-D (tetra)	2
Wy4	Elementy skończone prętowe, przedstawienie podstawowych zależności	2
Wy5	Elementy skończone ramowe, wyprowadzenie macierzy sztywności	2
Wy6	Elementy skończone 2-D, tarczowe, płytowe, powłokowe	2
Wy7	Metodyka budowania modeli do obliczeń MES	2
Wy8	Analizy numeryczne przeprowadzane MES	2
		Suma: 15
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Omówienie programu zajęć laboratoryjnych. Wprowadzenie do środowiska programu obliczeniowego.	2
Proj2	Zasady budowy modeli geometrycznych bryłowych (uproszczenia geometrii, wykorzystanie symetrii)	2
Proj3	Dyskretyzacja modeli bryłowych, analiza czynników (rodzaj elementu skończonego, gęstość dyskretyzacji) wpływających na dokładność obliczeń	2
Proj4	Modelowanie połączeń sworzniowych, spawanych, nitowanych w modelach bryłowych	2
Proj5	Płaskie zadanie teorii sprężystości (np. zagadnienie Kirscha), analiza dokładności	2

Proj6	Obliczenia kratownic MES, kraty płaskie i przestrzenne	2
Proj7	Konstrukcje ramowe, rama podłużnicowa, definiowanie charakterystyk przekrojowych, optymalizacja	4
Proj8	Zasady tworzenia modeli powłokowych, wspornik o przekroju dwuteowym, optymalizacja	4
Proj9	Modelowanie konstrukcji cienkościennych walcowych, sferycznych i stożkowych, wykorzystanie symetrii	2
Proj10	Modelowanie dźwigarów skrzynkowych, optymalizacja	4
Proj11	Analizy drgań własnych, stateczności sprężystej (wyboczenia) konstrukcji cienkościennych	2
Proj12	Opracowanie modelu powłokowego elementu konstrukcyjnego i analiza wytrzymałościowa	2
		Suma: 30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. praca własna - przygotowanie do projektu
N2. ćwiczenia problemowe
N3. prezentacja multimedialna
N4. prezentacja projektu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	egzamin
P =		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Projekt)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	ocena części obliczeniowej projektu
P =		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Rusiński E., Metoda elementów skończonych. System COSMOS/M, WKiŁ Warszawa 1994

Rusinski E., Czmochowski J., Smolnicki T.: Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000

Zienkiewicz O.C.: Metoda elementów skończonych, Arkady 1972

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Rusiński E.: Zasady projektowania konstrukcji nośnych pojazdów samochodowych. Oficyna Wyd. PWr Wrocław 2002

Rakowski G., Kacprzyk Z.: Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005

Szmelter J., Dacko M., Dobrociński S., Wieczorek M.: Metoda elementów skończonych w statyce konstrukcji, Arkady 1979

Gawroński W., Kruszewski J., Ostachowicz W., Tarnowski K., Wittbrodt E.: Metoda elementów skończonych w dynamice konstrukcji, Arkady, Warszawa 1984

Waszczyszyn Z., Cichoń Cz., Radwańska M.: Metoda elementów skończonych w stateczności konstrukcji, Arkady, Warszawa 1990

Kleiber M.: Wprowadzenie do metody elementów skończonych, PWN, Warszawa-Poznań 1989

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Artur Górski tel.: 71 320-28-47 email: artur.gorski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **CAD/MES**

Name in English: **CAD/FEM**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Level and form of studies: **I level, full-time**

Kind of subject: **optional**

Subject code: **RAM031113**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			60	
Form of crediting	Examination			Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points	2			2	
including number of ECTS points for practical (P) classes				2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2			1.4	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Fundamentals of strength materials. Analysis of beam, plate and shell structures. Fundamentals of engineering materials.
2. Matrix algebra
3. skills for solving basic engineering elements with use of classical elastic theory.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Have knowledge in the fundamentals of finite element method
- C2. Have the ability to build proper discrete model
- C3. Skills to perform simulations of basic mechanical elements like beam, truss, frame.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Have knowledge in the fundamentals of finite element method

PEK_W02 - Know the principles of creating geometrical and discrete model form MES calculations

PEK_W03 - Have the knowledge no the possible application of FEM.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Skills in software for the FEA

PEK_U02 - Skills for solving basic engineering elements with use of classical elastic theory.

PEK_U03 - Is able to perform FEA in the field of liner and nonlinear statics, dynamics, vibrations and linear buckling.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Learn the responsibility for his work.

PEK_K02 - Creative thinking and acting

PEK_K03 - Learn team work due to the necessity of information flow during project realisation

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Learn the basics of the finite element method theory. Application examples	1
Lec2	Approximation functions, classifications of finite elements, convergence conditions	2
Lec3	3D finite elements (tetra)	2
Lec4	Rod and beam finite element. Presentation of the basic characteristics.	2
Lec5	Truss and frame structures. Introduction to the stiffness matrix.	2
Lec6	2D elements, plates, shells	2
Lec7	Mehtodics of discrete model creation	2
Lec8	Numerical analysis with use of MES	2
		Total hours: 15
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Introduction. Presentation of the software	2
Proj2	Discrete model creation principles. Assumptions and simplifications of the model	2
Proj3	Solid models discretization. Analysis of the parameters (type of the element, mesh density) and its influence on the results.	2
Proj4	Modeling of pin elements, welded and riveted connections in solid models	2
Proj5	Plain stress, accuracy analysis	2
Proj6	Pane and 3D truss in FEA	2
Proj7	Frame, undercarriage, cross section definition, optimization.	4

Proj8	Principles of shell models creation. I-beam, optimization.	4
Proj9	Modeling of thin walled cylindrical, spherical and conical elements with use of symmetry	2
Proj10	Box girders, optimization.	4
Proj11	Modal analysis, buckling of thin walled elements	2
Proj12	Individual modeling of shell construction. Stress analysis.	2
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED		
N1. self study - preparation for project class N2. problem exercises N3. multimedia presentation N4. project presentation		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	exam
P =		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Project)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	simulation part assessment
P =		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Rusiński E., Metoda elementów skończonych. System COSMOS/M, WKiŁ Warszawa 1994

Rusinski E., Czmochowski J., Smolnicki T.: Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000

Zienkiewicz O.C.: Metoda elementów skończonych, Arkady 1972

SECONDARY LITERATURE

Rusiński E.: Zasady projektowania konstrukcji nośnych pojazdów samochodowych. Oficyna Wyd. PWr Wrocław 2002

Rakowski G., Kacprzyk Z.: Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005

Szmelter J., Dacko M., Dobrociński S., Wieczorek M.: Metoda elementów skończonych w statyce konstrukcji, Arkady 1979

Gawroński W., Kruszewski J., Ostachowicz W., Tarnowski K., Wittbrodt E.: Metoda elementów skończonych w dynamice konstrukcji, Arkady, Warszawa 1984

Waszczyszyn Z., Cichoń Cz., Radwańska M.: Metoda elementów skończonych w stateczności konstrukcji, Arkady, Warszawa 1990

Kleiber M.: Wprowadzenie do metody elementów skończonych, PWN, Warszawa-Poznań 1989

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Artur Górski tel.: 71 320-28-47 email: artur.gorski@pwr.edu.pl