

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Modelowanie ustrojów maszyn**

Nazwa w języku angielskim: **Machines structures modeling**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM041011**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2			1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2			0.7	

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

1. Wiedza w zakresie warunków stawianych ustrojom nośnym maszyn.
  2. Zasady kształtowania ustrojów nośnych maszyn poddanych obciążeniom zmiennym.
  3. Umiejętność wymiarowania prostych struktur nośnych maszyn.
- Umiejętność w zakresie posługiwania się programami CAD/CAE.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie się z budową złożonych struktur nośnych maszyn.  
C2. Opanowanie metod modelowania ustrojów nośnych, modelowania obciążeń, podparć, połączeń oraz modelowania właściwości materiału.  
C3. Zapoznanie się z zaawansowanymi metodami analiz stosowanymi w projektowaniu złożonych ustrojów maszyn.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Wiedza w zakresie modelowania złożonych ustrojów maszyn do zagadnień statyki, stateczności, dynamiki i termosprężystości

PEK\_W02 - Wiedza w zakresie zaawansowanych analiz nieliniowych

PEK\_W03 - Wiedza w zakresie dynamiki ustrojów maszyn

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi opracować adekwatny model obliczeniowy złożonych ustrojów maszyn do zagadnień statyki, stateczności, dynamiki i termosprężystości

PEK\_U02 - Potrafi przeprowadzić zaawansowane analizy z zagadnień fizycznie i geometrycznie nieliniowych

PEK\_U03 - Potrafi przeprowadzić analizę dynamiki ustrojów maszyn

### 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	Budowa ustrojów maszyn	1
Wy2	Ocena stanu ustrojów maszyn po wieloletniej eksploatacji	2
Wy3	Modelowanie ustrojów maszyn: struktur nośnych, połączeń, obciążeń, podparć i materiału	2
Wy4	Modelowanie ustrojów z tworzyw sztucznych i kompozytowych. Kryteria zniszczenia struktur kompozytowych.	2
Wy5	Zaawansowane analizy ustrojów maszyn: analiza geometrycznie i fizycznie nieliniowa, analiza sprężysto-plastyczna	2
Wy6	Dynamika ustrojów maszyn: analiza modalna	2
Wy7	Dynamika ustrojów maszyn: metody jawne i niejawne	2
Wy8	Zagadnienia przepływu ciepła w analizie ustrojów maszyn: stany ustalone i nieustalone, termosprężystość	2
		Suma: 15

Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie, zasady pracy w laboratorium komputerowym, zapoznanie się ze środowiskiem programu CAD/FEM	2
Lab2	Modelowanie grubościennych struktur nośnych - szkicownik	2
Lab3	Modelowanie grubościennych struktur nośnych - przykład elementu maszyny	2
Lab4	Modelowanie warunków brzegowych podparć i obciążeń	2
Lab5	Optymalizacja postaci konstrukcyjnej elementu nośnego grubościennego	2
Lab6	Modelowanie cienkościennych ustrojów nośnych - przykład belka o profilu cienkościennym	2
Lab7	Modelowanie cienkościennych ustrojów nośnych - przykład wahacz suwnicy bramowej	2
Lab8	Modelowanie cienkościennych ustrojów nośnych - optymalizacja postaci konstrukcyjnej	2
Lab9	Modelowanie prętowych ustrojów nośnych - przykład kratownica 2D	2
Lab10	Modelowanie ustrojów nośnych ramowych - przykład rama samochodu, naczepy	4
Lab11	Zasady tworzenia modeli powłokowo - prętowych - przykład wysięgnik o strukturze prętowej z analizą węzła	4
Lab12	Przeprowadzenie analizy wyboczenia, analizy drgań własnych wysięgnika żurawia	2
Lab13	Opracowanie modelu i przeprowadzenie analizy wybranego ustroju nośnego	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Wprowadzenie, zasady pracy w pracowni komputerowej, zapoznanie się ze środowiskiem programu CAD/FEM	2
Proj2	Przedstawienie tematu projektu, określenie zakresu prac, podział zadań dla poszczególnych studentów	2
Proj3	Opracowanie koncepcji rozwiązania konstrukcyjnego zespołu maszyny	2
Proj4	Zdefiniowanie warunków brzegowo-początkowych do analiz statycznych, dynamicznych, termicznych	2
Proj5	Przygotowanie modeli obliczeniowych poszczególnych zespołów: model geometryczny, model dyskretny	4
Proj6	Tworzenie złożów ustrojów maszyn, modelowanie połączeń, ustalenie wymaganych konfiguracji	4
Proj7	Przygotowanie modeli obliczeniowych poszczególnych zespołów: warunki brzegowo-początkowe	4
Proj8	Przeprowadzenie zaawansowanych analiz wytrzymałościowych (analiza nieliniowa, dynamika, termosprężystość)	4
Proj9	Modyfikacje rozwiązań konstrukcyjnych	4
Proj10	Opracowanie sprawozdania z projektu	2
		Suma: 30

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Ćwiczenia problemowe  
 N2. Prezentacja multimedialna  
 N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
 N4. Praca własna - przygotowanie do projektu  
 N5. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów

### 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 pisemno-ustny
P = F1		

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

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 z ćwiczeń laboratoryjnych
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 PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Ocena z przygotowania projektu
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

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

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

Czmochoowski J.: Identyfikacja modeli modalnych maszyn urabiających w górnictwie węgla brunatnego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2008

Borkowski W., Konopka S., Prochowski L.: Dynamika maszyn roboczych, WNT, Warszawa 1996

Rakowski G., Kacprzak Z.: Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2016

Dobrociński S.: Modelowanie zagadnień obliczania naprężeń cieplnych. WNT, Warszawa 2000

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Rusiński E., Czmochoowski J., Kowalczyk M., Moczko P., Pietrusiak D., Przybyłek G., Smolnicki T., Stańco M.: Ocena stanu technicznego maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego, Oficyna Wyd. PWr Wrocław 2015

Pieczonka K.: Inżynieria maszyn roboczych. Część I. Podstawy urabiania, jazdy, podnoszenia i obrotu, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007

Dudczak A.: Koparki. Teoria i projektowanie, PWN, Warszawa 2000

Augustyn J., Śledziwski, Technologiczność stalowych konstrukcji spawanych, Arkady, Warszawa 1981

Ferenc K., Ferenc J.: Konstrukcje spawane. Projektowanie połączeń. WNT, Warszawa 2000

Gryboś R.: Drgania maszyn, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1998

Kostowski E.: Przepływ ciepła. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000

Niezgoda T.: Numeryczna analiza wybranych zagadnień termomechaniki. WAT, Warszawa, 1992

Skrzypek J.: Plastyczność i pełzanie. Teoria, zastosowania, zadania. PWN, Warszawa 1986

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Jerzy Czmochoowski tel.: 71 320 42 84 email: jerzy.czmochoowski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Modelowanie ustrojów maszyn**

Name in English: **Machines structures modeling**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM041011**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15			30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	Examination			Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points	2			1	
including number of ECTS points for practical (P) classes				1	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2			0.7	

### PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge in the field of machines load carrying structures
  2. Recommendations for fatigue design of machines load carrying structures
  3. Ability to design basic machines load carrying structures.
- Ability of CAD/CAE application in modeling.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Introduction to the design of complex structures
- C2. Individual modeling of complex structures, load application, supports, connections and material
- C3. Introduction to the advanced analysis methods used in the complex structures design

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### **I. Relating to knowledge:**

PEK\_W01 - Knowledge in the field of modeling of complex machines load carrying structures

PEK\_W02 - Knowledge in the field of advanced non-geometric and non-linear analysis

PEK\_W03 - Knowledge in the field of structural dynamics

### **II. Relating to skills:**

PEK\_U01 - Ability to develop correct simulation model of complex structures in the field of: statics, buckling, dynamics and thermoelasticity

PEK\_U02 - Ability to perform advanced analyzes of physically and geometrically nonlinear problems

PEK\_U03 - Ability to perform advanced dynamic analysis of machines load carrying structures

### **III. Relating to social competences:**

PEK\_K01 - Acquire skills in the responsibility of performed tasks

PEK\_K02 - Acquire skills of creative engineering

PEK\_K03 - Acquire skills of team work

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Design of load carrying structure	1
Lec2	Load carrying structures assessment after years of operation	2
Lec3	Modeling of complex structures, load application, supports, connections and material	2
Lec4	Modeling of elements made of plastics and composites. Strength criterion of composite materials.	2
Lec5	Advanced analysis of the non-geometric and non-linear type of the structures	2
Lec6	Structural dynamics: modal analysis	2
Lec7	Structural dynamics: explicit and implicit analysis	2
Lec8	Heat flux analysis in the carrying structures in constant and unstable conditions	2
		Total hours: 15
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1		2
Lab2		2
Lab3		2
Lab4		2
Lab5		2
Lab6		2

Lab7		2
Lab8		2
Lab9		2
Lab10		4
Lab11		4
Lab12		2
Lab13		2
		Total hours: 30
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Introduction, standards of the practice classes, CAD/FEM software first steps	2
Proj2	Introduction to the project task, scope of work, assignment the work for students	2
Proj3	Concept design of machine element	2
Proj4	Boundary conditions definition for static, dynamic and thermic analysis	2
Proj5	Preparation of models of selected machine elements: geometry model, discrete model	4
Proj6	Assembly design, connectors, parameters set-up	4
Proj7	Developments of numerical models of selected elements: boundary conditions	4
Proj8	Advanced strength analysis simulations (non-linear, dynamics, thermoelasticity)	4
Proj9	Design modifications	4
Proj10	Report preparation	2
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED		
N1. Problem exercises N2. Multimedia presentation N3. Self study - self studies and preparation for examination N4. Self study - preparation for project class N5. Traditional lecture with the use of transparencies and slides		

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	Written and oral exam
P = F1		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)		
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	
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 PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Evaluation of project preparation
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

Rusinski E., Czmochoowski J., Smolnicki T. The advanced finite element method in the construction of load-bearing (in polish), Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000  
Rusiński E.: Principles of design of bearing structures of vehicles (in polish). Oficyna Wyd. PWr Wrocław 2002  
Czmochoowski J.: Identification of modal models of mining machines in lignite mining (in polish), Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2008  
Borkowski W., Konopka S., Prochowski L.: Dynamics of working machines (in polish), WNT, Warszawa 1996  
Rakowski G., Kacprzak Z.: Finite element method in structural mechanics (in polish), Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2016  
Dobrociński S.: Modeling of thermal stress calculation problems (in polish). WNT, Warszawa 2000

### SECONDARY LITERATURE

Rusiński E., Czmochoowski J., Kowalczyk M., Moczko P., Pietrusiak D., Przybyłek G., Smolnicki T., Stańco M.: Assessment of the technical basic opencast mining machines (in polish), Oficyna Wyd. PWr Wrocław 2015  
Pieczonka K.: Engineering of work machines. Part I. The basics of mining, driving, lifting and turning (in polish), Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007  
Dudczak A.: Excavators. Theory and design (in polish), PWN, Warszawa 2000  
Augustyn J., Śledziwski, Technology of steel welded constructions (in polish), Arkady, Warszawa 1981  
Ferenc K., Ferenc J.: Welded constructions. Designing connections. (in polish) WNT, Warszawa 2000  
Gryboś R.: Machine vibrations (in polish), Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1998  
Kostowski E.: Heat flow (in polish). Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000  
Niezgoda T.: Numerical analysis of selected issues of thermomechanics. (in polish) WAT, Warszawa, 1992  
Skrzypek J.: Plasticity and creep. Theory, applications, tasks. (in polish) PWN, Warszawa 1986

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Jerzy Czmochoowski tel.: 71 320 42 84 email: [jerzy.czmochoowski@pwr.edu.pl](mailto:jerzy.czmochoowski@pwr.edu.pl)