

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Analiza i synteza układów kinematycznych**

Nazwa w języku angielskim: **Analysis and Synthesis of Kinematic Systems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechatronika**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MCM034005**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
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. Wiedza w zakresie analizy matematycznej, geometrii analitycznej, algebry macierzy
2. Wiedza w zakresie podstawowych praw statyki, kinematyki i dynamiki
3. Umiejętność analizy równań, wyznaczania pochodnych, prostych działań na macierzach i wektorach

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy w zakresie struktury, kinematyki i dynamiki układów kinematycznych  
C2. Nabycie wiedzy w zakresie syntezy (dobór idei, określenie geometrii) prostych mechanizmów  
C3. Nabycie umiejętności analizy (struktura, kinematyka, kinetostatyka) układów kinematycznych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Rozumie podstawy teoretyczne analizy i syntezy układów kinematycznych

PEK\_W02 - Zna metody analizy kinematycznej i kinetostatycznej

PEK\_W03 - Zna metody syntezy geometrycznej prostych mechanizmów

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi ocenić własności ruchowe układów kinematycznych

PEK\_U02 - Potrafi wyznaczać wielkości kinematyczne i kinetostatyczne

PEK\_U03 - Potrafi budować modele mechanizmów

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Struktura mechanizmów (człony, pary kinematyczne, ruchliwość, więzy bierne)	3
Wy2	Mechanizmy dźwigniowe (charakterystyka). Podstawowe związki kinematyczne	3
Wy3	Kinematyka c.d.	2
Wy4	Metody analityczne kinematyki	2
Wy5	Przekładnie zębate obiegowe, przekładnia harmoniczna	2
Wy6	Wstęp do dynamiki, siły bezwładności, siły w parach kinematycznych	2
Wy7	Analiza kinetostatyczna, metoda prac przygotowanych	2
Wy8	Zagadnienia tarcia w parach kinematycznych	2
Wy9	Struktura robotów, charakterystyka, analiza układów płaskich	2
Wy10	Analiza manipulatorów c.d., jakobian, siły	2
Wy11	Macierze do opisu układów 3D	2
Wy12	Synteza strukturalna, projektowanie koncepcyjne	2
Wy13	Synteza geometryczna mechanizmów dźwigniowych	2
Wy14	Synteza geometryczna mechanizmów dźwigniowych c.d.	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Informacje wstępne, ilustracja programu Adams – przykłady symulacji	2
Proj2	Zasady schematyzacji mechanizmów. analiza strukturalna, ruchliwość mechanizmów (kartkówka, zadanie projektowe)	2
Proj3	Wprowadzenie do modelowania w programie Adams	2
Proj4	Reguły modelowania mechanizmów w programie Adams	2

Proj5	Reguły modelowania mechanizmów w programie Adams c.d. (test z modelowania)	2
Proj6	Wyznaczanie nowych położeń, środki obrotu (kartkówka, zadanie projektowe)	2
Proj7	Analiza kinematyczna układów dźwigniowych – równania wektorowe prędkości i przyspieszeń (kartkówka, zadanie projektowe)	2
Proj8	Analiza kinematyczna układów dźwigniowych – metody analityczne (zadanie projektowe)	2
Proj9	Siły bezwładności, wyznaczanie sił oddziaływania i wielkości równoważących (kartkówka, zadanie projektowe)	2
Proj10	Kinematyka i kinetostatyka, indywidualne zadania – modelowanie w programie Adams (zadanie projektowe)	2
Proj11	Manipulatory płaskie – macierzowy opis kinematyki (zadanie projektowe)	2
Proj12	Modelowanie manipulatorów w programie Adams - zadanie proste i odwrotne, siły czynne (zadanie projektowe)	2
Proj13	Modelowanie manipulatorów c.d.	2
Proj14	Przekładnie obiegowe - analiza przełożeń, modelowanie (zadanie projektowe)	2
Proj15	Przekładnie obiegowe c.d.	2
		Suma: 30

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład problemowy  
N2. praca własna - przygotowanie do projektu  
N3. rozwiązanie zadania projektowego  
N4. konsultacje  
N5. praca własna - przygotowanie do egzaminu

#### 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 pisemny
P = F1		

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	obrona projektu
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	kartkówka
P = średnia wszystkich ocen		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u>  Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003; Miller S.: Teoria maszyn i mechanizmów. Analiza układów mechanicznych. Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 1996; Miller S. Układy kinematyczne. Podstawy projektowania. WNT Warszawa 1988; Gronowicz A. i inni: Teoria maszyn i mechanizmów. Zestaw problemów analizy i projektowania. Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 2002</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u>  Morecki A., Knapczyk J., Kędzior K.: Teoria mechanizmów i manipulatorów. WNT 2002; Miller S.: Teoria maszyn i mechanizmów. Synteza układów mechanicznych. Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 1979</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr hab. inż. Krzysztof Jacek Bałchanowski tel.: 71 320-27-10 email: jacek.balchanowski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Analiza i synteza układów kinematycznych**

Name in English: **Analysis and Synthesis of Kinematic Systems**

Main field of study (if applicable): **Mechatronics**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MCM034005**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			30	
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. Knowledge of mathematical analysis, analytical geometry, matrix algebra
2. Knowledge of fundamental laws in statics, kinematics and dynamics
3. Skill in function analysis, derivatives, fundamental operations on matrices and vectors

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquire knowledge in topology, kinematics and dynamics of kinematic systems
- C2. Acquire knowledge in basic mechanisms design (type and dimensional synthesis)
- C3. Getting skills in determining kinematic system analysis (topology, kinematics, kinetostatics)

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - Understands theoretical fundamentals of analysis and synthesis of kinematic systems

PEK\_W02 - Has the knowledge of kinematic and kinetostatic analysis methods

PEK\_W03 - Has the knowledge of dimensional synthesis of basic mechanisms

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

PEK\_U01 - Is able to evaluate topological properties of kinematic systems

PEK\_U02 - Is able to determine kinematic and kinetostatic quantities

PEK\_U03 - Is able to create models of mechanisms

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

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Topology of mechanisms (links, joints, mobility, redundant constraints)	3
Lec2	Linkages (characteristics). Fundamental kinematic equations	3
Lec3	Kinematics cont.	2
Lec4	Analytical methods in kinematics	2
Lec5	Planetary transmissions, harmonic drive	2
Lec6	Introduction to dynamics, inertia forces, joint forces	2
Lec7	Kinetostatic analysis, virtual work method	2
Lec8	Friction in joints	2
Lec9	Robot topology, characteristics, analysis of planar systems	2
Lec10	Analysis of manipulators cont. jacobian, forces	2
Lec11	Matrix notation for 3D systems	2
Lec12	Structural synthesis, conceptual design	2
Lec13	Dimensional synthesis of linkages	2
Lec14	Dimensional synthesis of linkages cont	2
		Total hours: 30
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Introduction, presentation of Adams system - examples of analysis	2
Proj2	Rules of drawing diagrams of mechanisms, topology analysis, mobility (test, project)	2
Proj3	Introduction to modelling mechanisms in Adams	2
Proj4	Rules of creating models of mechanisms in Adams	2

Proj5	Rules of creating models of mechanisms in Adams cont (test)	2
Proj6	Mechanism position determination, instant centers of rotation (test, project)	2
Proj7	Kinematic analysis of linkages - velocity and acceleration determination using vector methods (test, project)	2
Proj8	Kinematic analysis of linkages - analytical methods (project)	2
Proj9	Inertia forces, kinetostatic analysis (test, project)	2
Proj10	Kinematics and kinetostatics in Adams (project)	2
Proj11	Planar manipulators - matrix method in kinematics (project)	2
Proj12	Modelling of manipulators using Adams - forward and inverse tasks, driving forces (project)	2
Proj13	Modelling of manipulators cont.	2
Proj14	Planetary transmission analysis - velocity ratio (project)	2
Proj15	Planetary transmission analysis cont.	2
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED		
N1. problem lecture N2. self study - preparation for project class N3. individual project solution N4. tutorials N5. preparation for examination		

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 examination
P = F1		

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	project defence
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	test
P = średnia wszystkich ocen		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

Gronowicz A.: Fundamentals of kinematic systems analysis (in Polish). Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003; Miller S.: Theory of machines and mechanisms. Analysis of mechanical systems (in Polish). Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 1996; Miller S.: Kinematic systems. Basics of design (in Polish). WNT Warszawa 1988; Gronowicz A. et al: Theory of machines and mechanisms. Set of analysis and synthesis problems (in Polish). Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 2002

### SECONDARY LITERATURE

Morecki A., Knapczyk J., Kędzior K.: Theory of mechanisms and manipulators (in Polish). WNT 2002; Miller S.: Theory of machines and mechanisms. Synthesis of mechanical systems (in Polish). Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 1979

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Krzysztof Jacek Bałchanowski tel.: 71 320-27-10 email: jacek.balchanowski@pwr.edu.pl