

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Mechanika materiałów "Smart"**

Nazwa w języku angielskim: **Mechanics of Smart materials**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Inżynieria Materiałów Konstrukcyjnych**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM041322**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	30			
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę			
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	1	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0.6	0.7			

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

1. Posiada wiedzę, umiejętności i kompetencje wynikające z realizacji kursów Mechanika Techniczna, Analiza matematyczna I, Algebra z geometrią analityczną, Fizyka
2. Wytrzymałość Materiałów I i II
3. Podstawową wiedzę z zakresu materiałoznawstwa metali i tworzyw sztucznych.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy z zakresu budowy, właściwości, metod badania oraz modelowania wybranej grupy materiałów Smart.
- C2. Zdobywanie umiejętności z zakresu związków konstytutywnych i ich identyfikacji w odniesieniu do materiałów Smart, w tym głównie na konstrukcje mechaniczne.
- C3. Zdobywanie umiejętności w zakresie podstaw fizykalnych i metodyki przeprowadzenia badań eksperymentalnych stosowanych do wyznaczenia właściwości materiałów Smart.
- C4. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów. Odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 - zna fizykalne podstawy budowy oraz właściwości wybranych materiałów Smart
- PEK\_W02 - zna sposoby opisu właściwości materiałów Smart z użyciem modeli konstytutywnych
- PEK\_W03 - posiada wiedzę z podstaw i zastosowań wybranych metod eksperymentalnych niezbędnych do wyznaczenia właściwości materiałów Smart.

### II. Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 - potrafi dobrać materiał z grupy Smart na podstawie znajomości jego właściwości i przeznaczenia w konstrukcjach mechanicznych,
- PEK\_U02 - potrafi zastosować model ciała do opisu właściwości materiału Smart,
- PEK\_U03 - potrafi zastosować metody weryfikacji eksperymentalnej do wybranych materiałów Smart.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 - wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,
- PEK\_K02 - obiektywnego oceniania argumentów, racjonalnego tłumaczenia i uzasadniania własnego punktu widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu wytrzymałości materiałów,
- PEK\_K03 - przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp. Zjawiska krzyżowe; klasyfikacja, budowa, wytwarzanie, zastosowanie materiałów Smart.	2
Wy2	Ciecze magnetoreologiczne i ferroreologiczne oraz kompozyty z ich udziałem; elastomery magnetoreologiczne. Budowa, właściwości i możliwości aplikacji.	2
Wy3	Materiały magnetostrykcyjne i kompozyty z ich udziałem. Budowa tłumików, aktuatorów i układów pomiarowych.	2
Wy4	Zjawiska i materiały magnetokaloryczne i elektrokaloryczne. Układy chłodzące z wykorzystaniem materiałów Smart.	2

Wy5	Materiały magnetyczne Smart w budowie aparatury pomiarowej typu NDT. Magnetowizja i jej zastosowanie.	2
Wy6	Energy Harvesting. Metody pozyskiwania energii elektrycznej z drgań i z „odpadowego” ciepła z użyciem materiałów Smart.	3
Wy7	Metody opisu materiałów Smart. Przegląd modeli konstytutywnych. Materiały sprężyste, pseudosprężyste, magnetosprężyste, itd.	2
		Suma: 15
Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Badanie właściwości tłumika z cieczą magnetoreologiczną i kompozytem magnetoreologicznym.	2
Ćw2	Wyznaczenie tłumienia w elastomerze magnetoreologicznym.	2
Ćw3	Testowanie aktuatora z rdzeniem o tzw. gigantycznej magnetostrykcji w paśmie akustycznym; tzw. grający stół.	2
Ćw4	Testowanie harvestera do odzysku energii elektrycznej z drgań.	2
Ćw5	Wyznaczenie właściwości harvestera do odzysku energii elektrycznej z ciepła „odpadowego”.	2
Ćw6	Wykorzystanie magnetowizji w mechanice eksperymentalnej.	2
Ćw7	Demonstrator „lodówki magnetycznej” z użyciem materiałów Smart. Testowanie.	3
		Suma: 15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. konsultacje  
N3. eksperyment laboratoryjny  
N4. praca własna – samodzielne studia i 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_W03	sprawdzian pisemny
P = F1		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Ćwiczenia)

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_U03, PEK_K01-PEK_K03	sprawdzian pisemny
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. J. Skrzypek, Plastyczność i pełzanie, PWN, Warszawa 1986.
2. Teoria plastyczności, praca zbiorowa pod red. Wacława Olszaka, PWN 1965.
3. Opracowania własne zespołu autora kursu z zakresu wybranych materiałów zaawansowanych.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Publikacje własne autora i realizatorów kursu (do każdego tematu).

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Jerzy Kaleta tel.: 27-66 email: jerzy.kaleta@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Mechanika materiałów "Smart"**

Name in English: **Mechanics of Smart materials**

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

Specialization (if applicable): **Materials Engineering**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM041322**

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)	30	30			
Form of crediting	Crediting with grade	Crediting with grade			
Group of courses					
Number of ECTS points	1	1			
including number of ECTS points for practical (P) classes		1			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	0.6	0.7			

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

1. The student has the knowledge, skills and competence resulting from the completion of the courses: Technical Mechanics, Calculus I, Algebra and Analytic Geometry, Physics.
2. Strength of Materials I and II
3. Student has fundamental knowledge of materials science and plastics.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquisition of knowledge on the structure, properties, investigation and modelling methods of selected group of Smart materials.
- C2. Acquisition of skills related to constitutive equations and their identification with reference to Smart materials, particularly in the area of mechanical constructions.
- C3. Acquisition of skills related to physical fundamentals and methodology of experimental investigations aimed at determining the properties of Smart materials.
- C4. Acquisition and strengthening of the social competence including emotional intelligence that is based on the ability to cooperate in a group of students, which is aimed at effective problem solving.
- Responsibility, honesty and diligence in one's code of conduct; obeying the customs of the academic community and society.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Student knows physical fundamentals of the structure and properties of selected Smart materials

PEK\_W02 - Student knows how to describe properties of Smart materials using constitutive models

PEK\_W03 - Student has knowledge of the fundamentals and applications of selected experimental methods essential to determine the properties of Smart materials.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Student can select a material from the Smart materials group on the basis of knowledge of its properties and application in mechanical constructions,

PEK\_U02 - Student can apply a body model to describe properties of a Smart material,

PEK\_U03 - Student can apply experimental verification methods to selected Smart materials.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Student can search and critically analyse information,

PEK\_K02 - Student can objectively assess arguments, rationally explain and justify his/her viewpoint using the knowledge of the strength of materials,

PEK\_K03 - Student adheres to the customs and rules of academic community

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction. Cross effects; classification, structure, manufacture, application of Smart materials.	2
Lec2	Magnetorheological fluids and ferrofluids and composites based on these fluids; magnetorheological elastomers. Structure, properties and application possibilities.	2
Lec3	Magnetostrictive materials and composites based on these materials. Design of dampers, actuators and measurement systems.	2
Lec4	Magnetocaloric and electrocaloric materials and effects. Cooling systems utilizing Smart materials.	2

Lec5	Smart magnetic materials in the design of NDT measurement systems. Magnetovision and its applications.	2
Lec6	Energy Harvesting. Methods of energy acquisition from vibrations and waste heat using Smart materials.	3
Lec7	Methods of description of Smart materials. Overview of constitutive models. Elastic, pseudoelastic and magnetoelastic materials etc.	2
		Total hours: 15
Form of classes – Classes		Number of hours
CI1	Investigation of properties of the magnetorheological damper with a magnetorheological fluid and a magnetorheological composite.	2
CI2	Determination of damping in a magnetorheological elastomer.	2
CI3	Testing of the actuator with the "giant magnetostriction" core in the acoustic band; the so-called "playing table"	2
CI4	Testing of the harvester which acquires electrical energy from vibrations.	2
CI5	Determination of the properties of the harvester device which acquires electrical energy from waste heat.	2
CI6	Use of magnetovision in experimental mechanics.	2
CI7	"Magnetic refrigerator" demonstrator utilizing Smart materials. Testing.	3
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. tutorials N3. laboratory experiment N4. self study - self studies and 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_W03	written test
P = F1		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Classes)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01-PEK_U03, PEK_K01-PEK_K03	written test
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J. Skrzypek, <i>Plastyczność i pęzanie</i>, PWN, Warszawa 1986.</li> <li>2. <i>Teoria plastyczności</i>, praca zbiorowa pod red. Wacława Olszaka, PWN 1965.</li> <li>3. Opracowania własne zespołu autora kursu z zakresu wybranych materiałów zaawansowanych.</li> </ol> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <p>Author's own publications (for each topic).</p>

SUBJECT SUPERVISOR
Prof. dr hab. inż. Jerzy Kaleta tel.: 27-66 email: jerzy.kaleta@pwr.edu.pl