

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Podstawy negocjacji**

Nazwa w języku angielskim: **THE BASIS OF NEGOTIATIONS**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **HMH100035BK**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					

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

1. Podstawowa wiedza z obszaru nauk humanistycznych i obszaru nauk społecznych

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z wiedzą z zakresu teorii negocjacji.
- C2. Opanowanie przez studentów umiejętności samodzielnego prowadzenia negocjacji, zarówno w strukturach gospodarczych, jak i w obszarach społecznych.
- C3. Opanowanie przez studentów umiejętności budowania strategii negocjacyjnych, zarządzania sytuacjami kryzysowymi i konfliktowymi.
- C4. Opanowanie przez studentów umiejętności prowadzenia rozmów kwalifikacyjnych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student ma pogłębioną wiedzę przydatną do formułowania i rozwiązywania zadań negocjacyjnych w działalności inżynierskiej i pozainżynierskiej.

PEK\_W02 - Student zna metody, techniki i narzędzia związane z negocjowaniem i potrafi je zastosować przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich i pozainżynierskich

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U02 - Student potrafi porozumiewać się i kierować procesem negocjacyjnym w środowisku zawodowym i pozazawodowym przy użyciu różnych technik negocjacyjnych.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Student potrafi myśleć krytycznie i argumentować swoje stanowisko.

PEK\_K02 - Student potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	O procesie negocjacji. O strategii negocjacyjnej, jej przedmiocie i podmiocie.	2
Wy2	O kryzysie. Komunikacja w kryzysie.	2
Wy3	O konflikcie. Komunikacja w konflikcie.	2
Wy4	O negocjowaniu jako działaniu komunikacyjnym.	1
Wy5	O rozmowach kwalifikacyjnych jako działaniu negocjacyjnym.	1
Wy6	O komunikowaniu w warunkach stresu, motywowania, sytuacji społecznej.	1
Wy7	O aktywnym negocjowaniu. Podsumowanie.	1
		Suma: 10

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład interaktywny

N2. case study

N3. prezentacja

N4. dyskusja

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Waszkiewicz J.: Jak Polak z Polakiem? Warszawa –Wrocław 1997.
- [2] Dąbrowski P.J.: Praktyczna teoria negocjacji. Warszawa 1991.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] Lawson M.: Wobec konfliktu. Kraków 1993.
- [2] Jacyniak A., Płużek Z.: Świat ludzkich kryzysów. Kraków 1997.
- [3] Dana D.: Rozwiązywanie konfliktów. Warszawa 1993.
- [4] Chępa S., Witkowski T. Psychologia konfliktów. Warszawa 1995.

Faculty of Mechanical Engineering

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Podstawy negocjacji**

Name in English: **THE BASIS OF NEGOTIATIONS**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **HMH100035BK**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes					

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

SUBJECT OBJECTIVES

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

**I. Relating to knowledge:**

**II. Relating to skills:**

**III. Relating to social competences:**

PROGRAM CONTENT		
Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1		2
Lec2		2
Lec3		2
Lec4		1
Lec5		1
Lec6		1
Lec7		1
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED
N1. N2. case study N3. N4.

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE</u>  <u>SECONDARY LITERATURE</u>

Wydział Mechaniczny PWR

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **BLOK KURSÓW HUMANISTYCZNYCH**

Nazwa w języku angielskim: **Block of humanistic courses**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **HMH100035BK.**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2				

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

1. wg kart opracowanych przez SNH (oferta ogólnouczelniana)

### CELE PRZEDMIOTU

C1. wg kart opracowanych przez SNH

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - wg kart opracowanych przez SNH

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	wg kart opracowanych przez SNH	10
		Suma: 10

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

## 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	wg kart opracowanych przez SNH	wg kart opracowanych przez SNH
P =		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Faculty of Mechanical Engineering

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **BLOK KURSÓW HUMANISTYCZNYCH**

Name in English: **Block of humanistic courses**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **HMH100035BK.**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2				

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

## SUBJECT OBJECTIVES

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

**I. Relating to knowledge:**

**II. Relating to skills:**

**III. Relating to social competences:**



PROGRAM CONTENT		
Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1		10
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED
---------------------

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	wg kart opracowanych przez SNH	
P =		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE</u>  <u>SECONDARY LITERATURE</u>

Wydział Mechaniczny PWR

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **BLOK JĘZYK OBCY (B2+, C1+)**

Nazwa w języku angielskim:

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **JZM042050.**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)		10			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)		30			
Forma zaliczenia		Zaliczenie na ocenę			
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS		1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)		0.5			

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

1. wg kart przygotowanych przez SJO (katalog ogólnouczelniany)

### CELE PRZEDMIOTU

C1. wg kart przygotowanych przez SJO

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - wg kart przygotowanych przez SJO

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - wg kart przygotowanych przez SJO

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	wg kart przygotowanych przez SJO	10
		Suma: 10

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

## 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	wg kart przygotowanych przez SJO	wg kart przygotowanych przez SJO
P =		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Faculty of Mechanical Engineering

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **BLOK JĘZYK OBCY (B2+, C1+)**

Name in English:

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **JZM042050.**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)		10			
Number of hours of total student workload (CNPS)		30			
Form of crediting		Crediting with grade			
Group of courses					
Number of ECTS points		1			
including number of ECTS points for practical (P) classes		1			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes		0.5			

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

## SUBJECT OBJECTIVES

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

**I. Relating to knowledge:**

**II. Relating to skills:**

**III. Relating to social competences:**

PROGRAM CONTENT		
Form of classes – Classes		Number of hours
CI1		10
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED
---------------------

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	wg kart przygotowanych przez SJO	
P =		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE</u>
<u>SECONDARY LITERATURE</u>

Wydział Mechaniczny PWR

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **BLOK JĘZYKI OBCE (A1/A2/B1)**

Nazwa w języku angielskim:

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **JZM042051.**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)		30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)		60			
Forma zaliczenia		Zaliczenie na ocenę			
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS		2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)		1.5			

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

1. wg kart przygotowanych przez SJO

### CELE PRZEDMIOTU

C1. wg kart przygotowanych przez SJO.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### **I. Z zakresu wiedzy:**

### **II. Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 - posługuje się językiem obcym w stopniu wystarczającym do porozumiewania się w środowisku zawodowym

PEK\_U02 - potrafi czytać ze zrozumieniem literaturę obcojęzyczną z obszaru zawodowego.

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 - rozumie potrzebę ciągłego doszkalania się

## TREŚCI PROGRAMOWE

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wg kart przygotowanych przez SJO

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

wg kart przygotowanych przez SJO

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

wg kart przygotowanych przez SJO

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Antoni Gronowicz tel.: 71 320-27-10 email: antoni.gronowicz@pwr.edu.pl

Faculty of Mechanical Engineering

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **BLOK JĘZYKI OBCE (A1/A2/B1)**

Name in English:

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **JZM042051.**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)		30			
Number of hours of total student workload (CNPS)		60			
Form of crediting		Crediting with grade			
Group of courses					
Number of ECTS points		2			
including number of ECTS points for practical (P) classes		2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes		1.5			

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

### SUBJECT OBJECTIVES

### SUBJECT LEARNING OUTCOMES

**I. Relating to knowledge:**

**II. Relating to skills:**

**III. Relating to social competences:**



PROGRAM CONTENT

TEACHING TOOLS USED

N1.

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Antoni Gronowicz tel.: 71 320-27-10 email: antoni.gronowicz@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Modelowanie układów wielocłonowych**

Nazwa w języku angielskim: **Modelling of multibody systems**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042001**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				20	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				60	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS				2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				1.4	

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

1. Wiedza z zakresu analizy matematycznej i rachunku macierzowego.
2. Wiedza z zakresu teorii maszyn i mechanizmów.
3. Umiejętność klasycznej analizy strukturalnej, kinematycznej i kinetostatycznej mechanizmów.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie z zasadami budowy dyskretnych modeli obliczeniowych układów wieloczłonowych  
 C2. Poznanie zasad planowania badań, uwzględniania warunków pracy (min. wymuszenia kinematyczne, wymuszenia dynamiczne, obciążenia - w tym masowe, siły tarcia w parach kinematycznych) układów wieloczłonowych w komputerowych systemach analizy dynamicznej  
 C3. Nabycie przez studenta umiejętności krytycznej oceny uzyskanych wyników badań symulacyjnych maszyn i urządzeń w komputerowych systemach analizy dynamicznej

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Umiejętność zastosowania profesjonalnego systemu do symulacji i analizy dynamicznej układów wieloczłonowych.

PEK\_U02 - Umiejętność zamodelowania warunków obciążeń i charakteru pracy mechanizmu oraz umiejętność analizy otrzymanych wyników z symulacji pracy układu wieloczłonowego

PEK\_U03 - Umiejętność wykonania obliczeń kinematyki i dynamiki wybranych grup mechanizmów

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Nabycie umiejętności ponoszenia odpowiedzialności za wykonaną pracę i obrony wyników swej pracy

PEK\_K02 - Nabycie dbałości o estetykę wykonywanych prac, w tym projektów i raportów

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Wprowadzenie do zasad budowania modeli układów wieloczłonowych	2
Proj2	Podstawy modelowania mechanizmów w systemie MD.Adams – modelowanie członów, par kinematycznych, wymuszeń kinematycznych	2
Proj3	Podstawy modelowania mechanizmów w systemie MD.Adams – modelowanie obciążeń oraz przeprowadzenia obliczeń i analiza wyników	2
Proj4	Analiza kinematyczna i kinetostatyczna mechanizmów dźwigniowych – budowa modeli wirtualnych	2
Proj5	Badanie własności kinematycznych i dynamicznych mechanizmu dźwigniowego (projekt)	2
Proj6	Analiza przekładni zębatych (stałych, planetarnych i różnicowych)– zasady budowy modeli wirtualnych	2
Proj7	Badanie charakterystyk przekładni zębatych (projekt)	2
Proj8	Budowa modeli manipulatorów - zadanie proste i odwrotne kinematyki	3
Proj9	Badania symulacyjne manipulatora (projekt)	3
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

## 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	oceny z projektów
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003. 2. Frączek J., Wojtyra M.: Metoda układów wieloczłonowych w dynamice mechanizmów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007 3. MD. Adams – Reference Manual, 2008 4. Haug E.J.: Computer Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems. Allyn and Bacon, Boston 1989 5. Norton R., L.: Design of Machinery, An introduction to the synthesis and analysis of mechanisms of machines. WCB, McGraw-Hill, Boston, 1999. 6. Shabana A. Ahmed: Computational Dynamics, . A Wiley-Interscience Publications, NewYork, 1994.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Miller S.: Teoria maszyn i mechanizmów. Analiza układów mechanicznych. Oficyna wydawnicza PWr. Wrocław 1996. 2. Waldron J., Kinzel G.; Kinematics, dynamics and design of machinery, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1999

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Monika Prucnal-Wiesztort tel.: 71 320-27-10 email: [Monika.Prucnal@pwr.edu.pl](mailto:Monika.Prucnal@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Modelowanie układów wieloczłonowych**

Name in English: **Modelling of multibody systems**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042001**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)				20	
Number of hours of total student workload (CNPS)				60	
Form of crediting				Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points				2	
including number of ECTS points for practical (P) classes				2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes				1.4	

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of mathematical analysis, matrix algebra
2. Knowledge of the theory of machines and mechanisms
3. Ability to analyze the kinematics and kinetostatics of mechanisms

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Understanding of building of discrete computational multibody models
- C2. Understanding the principles of planning research, taking into account the working conditions (kinematic excitations, dynamic excitations, forces, torques, masses in multibody dynamic analysis of computer systems
- C3. Ability to critically assess the results of simulations of machinery in computer systems for dynamic analysis

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Ability to apply professional computer system for simulating and analyzing dynamic multibody

PEK\_U02 - The ability to model the loads and the nature of work and the ability to analyze the mechanism of the results of the simulation of the multi-segment

PEK\_U03 - The ability to compute the kinematics and dynamics of selected groups of mechanisms

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Knowledge of how to take responsibility for own work

PEK\_K02 - Acquires care about the aesthetics of the work, including projects and reports

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	An introduction to the principles of building a multibody models	2
Proj2	Basics of modeling mechanisms in the MD.Adams system - modeling links, kinematic pairs, kinematic excitations	2
Proj3	Basics of modeling mechanisms in the MD.Adams system - modeling loads and perform calculations and analysis of results	2
Proj4	Kinematic and kinetostatic analysis of linkage mechanisms - building virtual models	2
Proj5	The analysis of kinematic and dynamic properties of the linkage mechanism (project)	2
Proj6	Analysis of gears (normal, planetary and differential) - principles of construction of virtual model	2
Proj7	The analysis of kinematic and dynamic properties of the gears (project)	2
Proj8	Building models of manipulators - direct and inverse task of kinematics	3
Proj9	Simulation researches of manipulators (project)	3
		Total hours: 20

## TEACHING TOOLS USED

N1. self study - preparation for project class

N2. multimedia presentation

N3. project presentation

N4. tutorials

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	Evaluation of the Projects
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <p>1. Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003. 2. Frączek J., Wojtyra M.: Metoda układów wieloczłonowych w dynamice mechanizmów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007 3. MD. Adams – Reference Manual, 2008 4. Haug E.J.: Computer Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems. Allyn and Bacon, Boston 1989 5. Norton R., L.: Design of Machinery, An introduction to the synthesis and analysis of mechanisms of machines. WCB, McGraw-Hill, Boston, 1999. 6. Shabana A. Ahmed: Computational Dynamics, . A Wiley-Interscience Publications, NewYork, 1994.</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <p>1. Miller S.: Teoria maszyn i mechanizmów. Analiza układów mechanicznych. Oficyna wydawnicza PWr. Wrocław 1996. 2. Waldron J., Kinzel G.; Kinematics, dynamics and design of machinery, John Wiley &amp; Sons, Inc. New York, 1999</p>

SUBJECT SUPERVISOR
dr inż. Monika Prucnal-Wiesztorc tel.: 71 320-27-10 email: Monika.Prucnal@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Podstawy projektowania maszyn**

Nazwa w języku angielskim: **Fundamentals of Machinery Design**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042002**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20			10	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			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. Znajomość zagadnień związanych z technologicznością konstrukcji oraz technologiami produkcji.
2. Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu materiałoznawstwa oraz wytrzymałości materiałów.



## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Uzyskanie wiedzy z zakresu heurystyki, metod projektowania grupowego oraz indywidualnego.  
C2. Uzyskanie umiejętności posługiwania się narzędziami metodologicznymi w fazie wstępnej projektowania oraz algorytmicznymi w fazie konkretyzowania celu.  
C3. Uzyskanie umiejętności praktycznego zastosowania wiedzy z zakresu konstrukcji, technologicznej i organizacyjnej.  
C4. Uzyskanie umiejętności organizowania pracy w zespole oraz wykonywania powierzonych mu zadań.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma szczegółową wiedzę z zakresu projektowania indywidualnego i grupowego.

PEK\_W02 - Ma szczegółową wiedzę na temat istniejących narzędzi stosowanych w fazie wstępnej i końcowej procesu projektowania.

PEK\_W03 - Ma szczegółową wiedzę z zakresu metod oceny i szeregowania opracowanych koncepcji rozwiązań.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi organizować innym osobom pracę w grupie projektowej, jak również spełniać powierzone mu w tej grupie zadania.

PEK\_U02 - Potrafi wyszukiwać informacje dostępne w literaturze z zakresu technik i metod poszukiwania rozwiązań w procesie projektowania.

PEK\_U03 - Potrafi formułować wytyczne przebiegu procesu projektowego na podstawie określonych wcześniej ograniczeń.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi myśleć twórczo.

PEK\_K02 - Potrafi sporządzać raporty z przeprowadzonych prac inżynierskich.

PEK\_K03 - Potrafi określić konsekwencje podejmowanych decyzji w grupie w której pracuje.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Zakres wykładu, warunki zaliczenia, literatura. Budowa modeli rzeczywistego problemu – procesowych i technicznych.	2
Wy2	Wykorzystanie metod konkretyzowania celu projektowania rozległych systemów technicznych (np. struktur hamulcowych, rekuperacyjnych, mechanizmów skrętu itp.).	2
Wy3	Praktyczne wykorzystanie metod heurystycznych i algorytmicznych: tablica morfologiczna, drzewo rozwiązań, przykład i projekt własny.	2
Wy4	Synteza - przykład i praktyka projektowania procesu i systemu. Synteza własnych kryteriów ocen.	2
Wy5	Porządkowanie rozwiązań wstępnych. Ocena wstępnych rozwiązań projektowych.	2

Wy6	Uszczegółowienie wybranego – zaprojektowanego wstępnie urządzenia lub systemu.	2
Wy7	Dobór modeli – funkcjonalnego, obliczeniowego; obliczenia wstępne.	2
Wy8	Dokumentacja projektu.	2
Wy9	Odtworzenie własnego algorytmu projektowania.	2
Wy10	Synteza elementów upowszechnienia rozwiązania. Podsumowanie wykładów i wyjaśnienia dodatkowe.	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Zakres projektu, warunki zaliczenia, literatura. Budowa modeli obiektów (np. struktur hamulcowych, rekuperacyjnych, mechanizmów skrętu itp.). Wybór obiektu projektowania.	2
Proj2	Praktyczne wykorzystanie metod heurystycznych i algorytmicznych (tablica morfologiczna, drzewo rozwiązań dla projektu własnego).	1
Proj3	Synteza własnych kryteriów ocen - przykład i praktyka. Szeregowanie istotności kryteriów ocen.	1
Proj4	Kreowanie i porządkowanie rozwiązań wstępnych. Ocena wstępnych rozwiązań projektowych. Uszczegółowienie wybranego – zaprojektowanego wstępnie urządzenia.	2
Proj5	Dokumentacja projektu.	4
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. wykład problemowy  
N3. praca własna - przygotowanie do projektu  
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_W03	Kolokwium, udział w dyskusjach problemowych.
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_U03, PEK_K01 - PEK_K03	Ocena przygotowania projektu, obrona projektu.
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>[1] Dietrich M. (red), Podstawy konstrukcji maszyn, PWN, Warszawa, wydania po 2000.</p> <p>[2] Dziama A. Metodyka Konstruowania Maszyn, PWN, Warszawa, 1985.</p> <p>[3] Góralski A. (red), Zadanie, Metoda, Rozwiązanie: Techniki Twórczego Myślenia. WNT, Warszawa, 1977.</p> <p>[4] Pahl G., Beitz W.: Nauka konstruowania, WNT, W-wa 1984.</p> <p>[5] Skarbiński M., Skarbiński J.: Technologiczność konstrukcji maszyn. PWN W-wa 1982.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <p>[1] Dziama A. i inni (red), Podstawy konstrukcji maszyn, PWN, Warszawa, 2002.</p> <p>[2] Kurmaz L. i inni. Podstawy konstrukcji maszyn. Projektowanie, PWN, Warszawa, po 2000.</p> <p>[3] Kurmaz L. i inni. Podstawy konstrukcji maszyn, PWN, Warszawa, po 2000.</p> <p>[4] Norton R. L.: Machine Design: An Integrated Approach. 3/E. Prentice Hall, 2006.</p> <p>[5] Pahl G., Beitz W. et al. Engineering Design. A Systematic Approach. Springer, 2007.</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
Prof. dr hab. inż. Franciszek Przystupa tel.: 71 320-21-55 email: franciszek.przystupa@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Podstawy projektowania maszyn**

Name in English: **Fundamentals of Machinery Design**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042002**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20			10	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	Crediting with grade			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 of issues related to manufacturability of a design and manufacturing technologies.
2. Basic knowledge in the field of materials science and strength of materials.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquiring of knowledge of the heuristic methods of group and the individual designing.
- C2. Acquiring of skills in the field of utilization of methodological tools in the initial stage of designing and algorithmic tools in the phase of purpose specifying.
- C3. Acquiring of an ability of practical application of knowledge of designing, technology and organization.
- C4. Acquiring of an ability to organize work in a team and to fulfil own specified tasks.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Has a detailed knowledge of individual and group designing.

PEK\_W02 - Has a detailed knowledge of existing tools used in the initial and the final stage of the designing process.

PEK\_W03 - Has a detailed knowledge of the methods of assessment and classifying of developed concepts.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Can organize work for others in a project group, as well as fulfil the assigned tasks in the group.

PEK\_U02 - Can search for information in the available literature on the techniques and methods of searching solutions in the designing process.

PEK\_U03 - Can formulate guidelines for the designing process based on specific requirements and limitations.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Can think creatively.

PEK\_K02 - Can make a report of a carried out engineering work.

PEK\_K03 - Can determine the consequences of decisions made in a group in which he works.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Scope of the lecture, assessment rules and literature. Creation of models of a real problem - the process and technological ones.	2
Lec2	Utilization of methods of more detailed characterization of designing goal in widespread technical systems (e.g. brake structures, recuperative units, steering mechanisms, etc.).	2
Lec3	Practical usage of heuristic and algorithmic methods: morphological table, tree of solutions, example and own design.	2
Lec4	Synthesis - example and practice of process and system designing. Synthesis of own evaluation criteria.	2
Lec5	Organizing initial solutions. Assessment of preliminary designing solutions.	2
Lec6	Detailing of selected - pre-designed device or system	2
Lec7	Selection of models - functional and analytical. Initial calculations.	2
Lec8	Documentation of the project.	2
Lec9	Remodelling of an own algorithm of designing.	2
Lec10	Methods of popularising solutions. Summary of the lectures and additional explanations.	2
		Total hours: 20
Form of classes – Project		Number of hours

Proj1	Scope of the project, rules of assessment, literature. Construction of object models (e.g. structures of: brakes, recuperation systems, steering mechanisms, etc.). Selection of the designing object.	2
Proj2	A practical usage of heuristic and algorithmic methods (morphological table, tree of solutions for own project).	1
Proj3	Synthesis of own evaluation criteria - example and practice. Classifying significance of criteria.	1
Proj4	Creating and managing initial solutions. Preliminary assessment of designing solutions. More detailed characterization of the selected pre-designed device.	2
Proj5	Preparation of technical documentation.	4
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. problem lecture N3. self study - preparation for project class 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_W03	Final test. Participation in problem discussions.
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_U03, PEK_K01 - PEK_K03	Evaluation of the project preparation. Presentation of the project.
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

- [1] Dietrich M. (red), Fundamentals of Machinery Design, PWN, Warszawa, editions after 2000 (in Polish).
- [2] Dziama A. Methodology of Machinery Design, PWN, Warszawa, 1985 (in Polish).
- [3] Góralski A. (red), Task, Method, Solution: Technics of Creative Thinking, WNT, Warszawa, 1977 (in Polish).
- [4] Pahl G., Beitz W.: Engineering Design, WNT, Warszawa 1984 (in Polish).
- [5] Skarbiński M., Skarbiński J.: Manufacturability of Machinery Design. PWN Warszawa 1982 (in Polish).

### SECONDARY LITERATURE

- [1] Dziama A. et al. (red), Fundamentals of Machinery Design, PWN, Warszawa, 2002 (in Polish).
- [2] Kurmaz L. et al. Fundamentals of Machinery Design, PWN, Warszawa, after 2000 (in Polish).
- [3] Kurmaz L. et al. Fundamentals of Machinery Design, PWN, Warszawa, after 2000 (in Polish).
- [4] Norton R. L.: Machine Design: An Integrated Approach. 3/E. Prentice Hall, 2006.
- [5] Pahl G., Beitz W. et al. Engineering Design. A Systematic Approach. Springer, 2007.

## SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Franciszek Przystupa tel.: 71 320-21-55 email: franciszek.przystupa@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Sterowanie maszyn i urządzeń**

Nazwa w języku angielskim: **Machines and devices control**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042003**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		20		
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. Student posiada podstawową wiedzę z elektroniki, elektrotechniki, podstaw automatyki oraz najczęściej stosowanych układów sterowania.
2. Student posiada podstawową wiedzę z mechaniki klasycznej, mechaniki płynów.
3. Student posiada wiedzę na temat budowy prostych układów hydraulicznych oraz budowy elementów tych układów takich jak: pompy, silniki, siłowniki oraz zawory.



## CELE PRZEDMIOTU

C1. Uzyskanie wiedzy i umiejętności w zakresie budowy i działania oraz zasad aplikacji urządzeń automatyki (sensorów, sterowników komputerowych, aktuatorów, paneli operatorskich) oraz oprogramowania w maszynach i urządzeniach.

C2. Zapoznanie się z zasadą działania elementów elektrohydraulicznych o działaniu ciągłym (zawory proporcjonalne i serwowawory) oraz wykorzystaniem tych elementów w hydraulicznych układach napędowych.

C3. Zapoznanie się z technikami sterowania i regulacji określonych parametrów hydraulicznych układów napędowych w szczególności prędkości hydraulicznego elementu wykonawczego.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie objaśnić zasady projektowania, programowania i uruchamiania najczęściej stosowanych układów sterowania maszyn.

PEK\_W02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie objaśnić zasady projektowania maszyn wyposażonych w napęd hydrauliczny i elektrohydrauliczny.

PEK\_W03 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie wymienić i opisać bardziej zaawansowane układy automatyki wyposażone różnego rodzaju regulatory określonych parametrów.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć dobrać odpowiednie elementy układów sterowania maszyn oraz oprogramować urządzenie sterujące w taki sposób, aby dobrze spełniało określone funkcje.

PEK\_U02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć zaprojektować i zmontować układy hydrauliczne oraz elektrohydrauliczne pełniące określone funkcje.

PEK\_U03 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć przygotować do pracy urządzenie elektrohydrauliczne oraz zaplanować i przeprowadzić pomiary określonych parametrów. Na podstawie analizy wyników pomiarów student powinien umieć sformułować odpowiednie wnioski.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi współdziałać i pracować w grupie podczas montażu układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych oraz tworzenia sprawozdania z ćwiczenia.

PEK\_K02 - Potrafi odpowiednio zaplanować wykonanie pomiarów podczas ćwiczenia laboratoryjnego.

PEK\_K03 - Prawidłowo identyfikuje i rozwiązuje problemy napotkane podczas programowania układów sterowania i montażu układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych. Wyciąga odpowiednie wnioski z przeprowadzonego ćwiczenia.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Struktura i rodzaje układów sterowania. Sensory, ich rodzaje, własności i przykłady.	1
Wy2	Wymagania stawiane systemów automatyzacji, niezawodność i dyspozycyjność, MTBF.	1

Wy3	Sterowniki przemysłowe, tryby pracy układów sterowania. Sterowniki swobodnie programowalne PLC, ich budowa, działanie, programowanie i przykłady zastosowania.	2
Wy4	Aspekty bezpieczeństwa w maszynach i urządzeniach, wymagania zgodności, dyrektywy i normy, przykłady urządzeń bezpieczeństwa i rozwiązań układów. Systemy komunikacji przemysłowej i rozproszone układy sterowania.	1
Wy5	Układy sterowania numerycznego CNC, ich budowa i działanie, pomiar położenia w obrabiarkach CNC, zadania poszczególnych zespołów układów CNC, interpolacja, regulacja położenia, możliwości generowania programów NC, standard STEP-NC.	2
Wy6	Elektryczne serwonapędy (osie NC) analogowe i cyfrowe, ich własności i przykłady. Bezpośrednie napędy liniowe.	2
Wy7	Układy sterowania RC robotów przemysłowych. Budowa i rodzaje robotów przemysłowych. Sposoby programowania robotów przemysłowych.	1
Wy8	Interfejsy człowiek-maszyna HMI, ich funkcje, sygnały, symbole, wymagania, panele operatorskie i przykłady rozwiązań HMI. Systemy sterowania nadrzędnego, wizualizacji i kontroli SCADA.	1
Wy9	Metody sterowania prędkością odbiornika hydraulicznego.	2
Wy10	Zawory proporcjonalne jako elementy sterujące w układach.	1
Wy11	Regulatory i rozdzielacze proporcjonalne hydrauliczne.	1
Wy12	Logiczne zawory wzniosowe w technice proporcjonalnej.	1
Wy13	Układy „load-sensing” – systemy, sprawności.	1
Wy14	Sterowniki i regulatory w układach hydraulicznych.	2
Wy15	Układy regulacji w oparciu o wzmacniacze elektrohydrauliczne.	1
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Sensory w systemach automatyzacji.	1
Lab2	Przykłady układów kombinacyjnych (logicznych).	1
Lab3	Budowa sekwencyjnego układu sterowania.	1
Lab4	Układ regulacji ciągłej, dobór nastaw regulatora i badanie jakości regulacji.	2
Lab5	Programowanie sterowników swobodnie programowalnych PLC.	2
Lab6	Układy sterowania numerycznego CNC obrabiarek.	2
Lab7	Układy sterowania RC robotów przemysłowych.	1
Lab8	Układy rewersyjne.	1
Lab9	Układy ruchu szybkiego.	1
Lab10	Sterowanie dławieniowe-szeregowo prędkością ruchu odbiornika hydraulicznego.	2
Lab11	Sterowanie dławieniowe-równoległe prędkością ruchu odbiornika hydraulicznego.	1
Lab12	Sterowanie objętościowe prędkością ruchu odbiornika hydraulicznego.	1
Lab13	Sterowanie odbiornikiem hydraulicznym z rozdzielaczem proporcjonalnym.	2

Lab14	Sterowanie odbiornikiem hydraulicznym z rozdzielaczem typu Load-sensing.	1
Lab15	Układ regulacji położenia ze wzmacniaczem elektrohydraulicznym.	1
		Suma: 20

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. eksperyment laboratoryjny  
N3. przygotowanie sprawozdania  
N4. praca na stanowiskach umożliwiających programowanie urządzeń sterujących maszynami  
N5. praca na stanowisku elektrohydraulicznym umożliwiającym studentom samodzielne montowanie układów

#### 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 (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	odpowiedź ustna zawierająca sprawdzian praktyczny z projektowania, programowania i montażu układów sterowania
F2	PEK_U03	sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
F3	PEK_U01, PEK_U02; PEK_K01- PEK_K03	ocena aktywności studenta na zajęciach
P = (2F1+F2+F3)/4		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Prezentacja – slajdy do wykładu (postać elektroniczna),

Stryczek S.: Napęd hydrostatyczny. WNT, 1992

Tomasiaś E.: Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne. Wydawnictwo Polit. Śląskiej, Gliwice, 2001

Kollek W.: Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych. Oficyna Wydaw. Polit. Wrocławskiej, 2004

Pizoń A.: Hydrauliczne i elektrohydrauliczne układy sterowania i regulacji. WNT, 1987

Kosmol J.: Automatyzacja obrabiarek i obróbki skrawaniem, WNT, 2000.

Lambeck R.: Hydraulic pumps and motors. Marcel Dekker INC. New York 1983.

Pippenger J.: Hydraulic valves and control. Marcel Dekker INC. New York 1984.

Norvelle F. D.: Electrohydraulic control systems. Prentice-Hall INC, New Jersey 2000.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Legierski T., Wyrwał J., Kasprzyk J., Hajda J.: Programowanie sterowników PLC, WNT, 1998

Palczak E.: Dynamika elementów i układów hydraulicznych. Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław, 1999

Honczarenko J.: Roboty przemysłowe: budowa i zastosowanie, WNT, 2004

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Michał Stosiak tel.: 71 320-45-99 email: [Michal.Stosiak@pwr.edu.pl](mailto:Michal.Stosiak@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Sterowanie maszyn i urządzeń**

Name in English: **Machines and devices control**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042003**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		20		
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. Student possess basic knowledge of electronics, electrotechnics, automatics and the most common used control systems.
2. Student possess basic knowledge of calsic mechanics and fluid mechanics.
3. Student possess basic knowledge of constuction of simple hydraulic systems and components: pumps, motors, cylinders and valves.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Get knowledge and skills in area of construction and working and application principle of automatics devices (sensors, controllers, actuators, operator panel) and software in machines and devices.
- C2. Acquaint students with working principle of electrohydraulic components with continous operation (proportional valves and servovalves) and its application in hydraulic drive systems.
- C3. Acquaint students with control and regulations techniques selected parameters of hydraulic drive systems especialspeed of hydraulic actuator.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - In the result of lesson student should be able to explain design rules, program and starting the most common used machines control systems.

PEK\_W02 - In the result of lesson student should be able to explain design rules of machines equipped with hydraulic and electrohydraulic drive.

PEK\_W03 - In the result of lesson student should be able to call and describe advanced automatics systems equipped with different kinds of regulators.

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

PEK\_U01 - In the result of lesson student should be able to select appropriate components machines control systems and program control device to properly realize specified functions.

PEK\_U02 - In the result of lesson student should be able to design and build hydraulic and electrohydraulic systems performing defined functions.

PEK\_U03 - In the result of lesson student should be able to prepare to operation electrohydraulic device and plan and execute tests. On the basis of tests results student should be able to formulate appropriate conclusions.

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

PEK\_K01 - Student can cooperate and work in the group during building hydraulic and electrohydraulic systems and during report preparation.

PEK\_K02 - Student can plan and execute tests during laboratory.

PEK\_K03 - Student can properly identify and solve problems during program control systems and building hydraulic and electrohydraulic systems. Student can formulate appropriate conclusions.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Structure and types of control systems. Sensors, their types, properties and examples.	1
Lec2	Requirements for automation systems, reliability and availability, MTBF	1
Lec3	Industrial controllers, modes of control systems working. PLC controllers, their constructions, operation, programming and application examples.	2
Lec4	Safety aspects in machines and devices, compatibility requirements, statements and standards, examples of safety devices. Systems of industrial communication and dispersed control systems.	1
Lec5	Numerical control systems CNC, their construction and operation, displacements measurement in CNC machine tool, functions of selected CNC systems assemblies, interpolation, position regulation, possibilities of NC programs generation, standard STEP-NC.	2
Lec6	Electrical servodrives (NC axes): analog and digital, their properties and examples. Linear direct drives.	2
Lec7	Control RC systems of industrial robots. Construction and types of industrial robots. Methods of industrial robots programming.	1

Lec8	Human-machine interfaces HMI, their functions, signals, symbols, requirements, control panels and HMI examples. Superior control systems, vizualizations systems and SCADA control systems.	1
Lec9	Methods of speed control of hydraulic actuator.	2
Lec10	Proportional valves as control components in systems.	1
Lec11	Hydraulic regulators and proportional directional control valves.	1
Lec12	Logic valves in proportional technique.	1
Lec13	Load-sensing - systems, efficiencies.	1
Lec14	Controllers and regulators in hydraulic systems.	2
Lec15	Regulation systems with electrohydraulic servovalves.	1
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Sensors in automation systems.	1
Lab2	Examples of logic systems.	1
Lab3	Construction of sequence control system.	1
Lab4	Continous regulation systems, controlles sets selection and regulation quality tests.	2
Lab5	Programming controllers freely programmed PLC.	2
Lab6	Numerical control systems of CNC machines tool.	2
Lab7	RC control systems of industrial robots.	1
Lab8	Reversible systems.	1
Lab9	Fast movement systems.	1
Lab10	Throttle-serial speed control of hydraulic actuator.	2
Lab11	Throttle-parallel speed control of hydraulic actuator.	1
Lab12	Volumetric speed control of hydraulic actuator.	1
Lab13	Hydraulic actuator control with proportional directional control valve.	2
Lab14	Hydraulic actuator control with Load-sensing directional control valve.	1
Lab15	Position regulation system with electrohydraulic servovalve.	1
		Total hours: 20

TEACHING TOOLS USED	
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. report preparation N4. work at test stands for programm machines control devices. N5. work at electrohydraulic test stand for student's individual systems building.	

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 (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	oral response for practical verification of design, programm and building control systems.
F2	PEK_U03	report
F3	PEK_U01, PEK_U02; PEK_K01-PEK_K03	student's activity note.
P = (2F1+F2+F3)/4		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <p>Presentation – slides for lectures (electronic version),  Stryczek S.: Hydrostatic drive (in polish). WNT, 1992.  Tomasiak E.: Hydraulic and pneumatic drives and control (in polish). Wydawnictwo Polit. Slaskiej, Gliwice, 2001  Kollek W.: Basics of design of hydraulic drives and control (in polish). Oficyna Wydaw. Polit. Wrocławskiej, 2004 .  Pizoń A.: Hydraulic and electrohydraulic control and regulation system (in polish). WNT, 1987.  Kosmol J.: Automation of machine tool and machining (in polish). WNT, 2000.  Lambeck R.: Hydraulic pumps and motors. Marcel Dekker INC. New York 1983.  Pippenger J.: Hydraulic valves and control. Marcel Dekker INC. New York 1984.  Norvelle F. D.: Electrohydraulic control systems. Prentice-Hall INC, New Jersey 2000.</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <p>Legierski T., Wyrwał J., Kasprzyk J., Hajda J.: Programming PLC controllers (in polish). WNT, 1998.  Palczak E.: Dynamics of hydraulic components and systems (in polish). Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław, 1999.  Honczarenko J.: Industrial robots: construction and application (in polish). WNT, 2004.</p>



SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Michał Stosiak tel.: 71 320-45-99 email: [Michal.Stosiak@pwr.edu.pl](mailto:Michal.Stosiak@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Matematyka inżynierska**

Nazwa w języku angielskim: **Engineering mathematics**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042004**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2				

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

1. Znajomość zagadnień przedstawianych w ramach kursów "Analiza matematyczna", "Algebra z geometrią analityczną" oraz "Statystyka inżynierska".

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy z zakresu programowania liniowego uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne
- C2. Zdobywanie umiejętności formułowania problemów optymalizacyjnych w procesie podejmowania decyzji z dziedziny obsługi transportowej rynku, lokalizacji środków dystrybucji, organizacji i zarządzania, a także optymalizacji konstrukcji, technologii oraz systemów.
- C3. Nabycie umiejętności rozwiązywania problemów optymalizacyjnych z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania komputerowego.
- C4. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów przy uwzględnieniu odpowiedzialności, uczciwości i rzetelności w postępowaniu.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### **I. Z zakresu wiedzy:**

PEK\_W01 - Ma podstawową wiedzę w zakresie programowania liniowego i metod wspomagania podejmowania decyzji optymalnych

PEK\_W02 - Zna podstawy programowania liniowego, zna zasadę działania algorytmu sympleksu, posiada wiedzę z zakresu budowy modeli dualnych, ma wiedzę o metodach analizy wrażliwości rozwiązania optymalnego, zna podstawy kompleksowej analizy rozwiązania optymalnego

PEK\_W03 - Posiada wiedzę dotyczącą programowania dyskretnego i podstawowe algorytmy, zna podstawowe algorytmy rozwiązywania zadań transportowych zbilansowanych, zna podstawy formułowania i rozwiązywania zadań związanych z minimalizacją pustych przebiegów, zna podstawy teorii grafów i zastosowania jej do rozwiązywania zagadnień związanych z zarządzaniem projektami

### **II. Z zakresu umiejętności:**

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych:**

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Badania operacyjne jako narzędzie wspomagania procesów decyzyjnych – klasyfikacja procesów decyzyjnych. Metody podejmowania decyzji w warunkach pewności. Programowanie liniowe (PL) – liniowy model decyzyjny, decyzje dopuszczalne i optymalne. Metody rozwiązywania zadań PL. Graficzne rozwiązywanie zadań PL.	2
Wy2	Modele programowania liniowego. Formułowanie i rozwiązywanie zadań PL – interpretacja uzyskanych wyników. Algorytm sympleksu.	2
Wy3	Kompleksowa analiza rozwiązania optymalnego.	2
Wy4	Klasyczne zadania transportowe – algorytmy.	2
Wy5	Zadania transportowe (niezbilansowane, z ograniczoną przepustowością tras). Problem lokalizacji produkcji.	2

Wy6	Przykłady problemów dających się sprowadzić do zagadnienia transportowego (zagadnienie optymalnego przydziału). Zadania transportowo-produkcyjne i transportowo-magazynowe.	2
Wy7	Wprowadzenie do teorii grafów. Zarządzanie projektami (programowanie sieciowe). Maksymalny przepływ w sieci. Algorytm Forda-Fulkersona. Drzewa decyzyjne.	2
Wy8	Minimalne drzewo rozpinające. Najkrótsza droga w grafie – algorytmy wyznaczania.	2
Wy9	Deterministyczne sieci zależności (CPM, PERT) . Analiza czasowo-kosztowa. Tworzenie wykresów Gantta. Optymalizacja zasobów w sieciach zależności.	2
Wy10	Kolokokwium zaliczeniowe.	2
		Suma: 20

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład informacyjny

#### 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	kolokwium
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] Ignasiak E. (red.): Badania operacyjne. Warszawa 2001, PWE[2] Kukuła K. (red.): Badania operacyjne w przykładach i zadaniach. Warszawa 2002, PWN[3] Trzaskalik T.: Wprowadzenie do badań operacyjnych z komputerem. Warszawa 2008, PWE

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] Stadnicki J.: Teoria i praktyka rozwiązywania zadań optymalizacji z przykładami zastosowań technicznych. Warszawa 2006, WNT[2] Szapiro T. (red.): Decyzje menadżerskie z Excelem. Warszawa 2000, PWE[3] Guzik B.: Ekonometria i badania operacyjne. Wydawnictwo AE Poznań, Poznań 1999[4] Krawczyk S.: Badania operacyjne dla menadżerów. Wydawnictwo AE Wrocław 1996[5] Lipiec-Zajchowska M. (red.): Wspomaganie procesów decyzyjnych. Tom III. Badania operacyjne. Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2003[6] Anholcer M., Gaspras H., Owczarkowski A.: Przykłady i zadania z badań operacyjnych i ekonometrii. Wydawnictwo AE Poznań, Poznań 2003

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Anna Jodejko-Pietruczuk tel.: 71 320-28-17 email: Anna.Jodejko@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Matematyka inżynierska**

Name in English: **Engineering mathematics**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042004**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2				

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of the issues presented in the courses "Mathematical Analysis", "Algebra and Analytic Geometry" and "Engineering Statistics".

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. Students should obtain basic knowledge from the linear programming and its applicability

C2. Participants learn to formulate optimization problems in the field of management and construction, technology and systems designing

C3. Students should obtain ability to solve optimization problems using dedicated computer programs

C4. Participants obtain and consolidate social skills including emotional intelligence involving the ability to work in a group to solve problems effectively with regard to accountability, integrity and fairness in the proceedings

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - As a result of the course students are able to formulate and solve the problems in the field of linear programming and decision support

PEK\_W02 - Student should know linear programming basics and the idea of the simplex algorithm, learn basis of a complex sensitivity analysis of optimum solutions

PEK\_W03 - At the end of the course student has a knowledge from discrete programming and basic algorithms of its solution, knows transportation algorithms and network programming and can apply the knowledge to solve corresponding optimization problems

### II. Relating to skills:

### III. Relating to social competences:

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Operations research as a tool to support decision-making processes - classification decision-making processes. Methods of decision making under conditions of certainty. Linear programming (PL) - linear model of decision-making, decisions acceptable and optimal. Graphical method.	2
Lec2	Methods for solving PL. Formulation and solution of problems PL – interpretation of the results. Simplex method.	2
Lec3	Comprehensive analysis of the optimal solution.	2
Lec4	Classical transportation models and algorithms.	2
Lec5	Transportation model (unbalanced, with limited bandwidth routes). The problem of localization of production.	2
Lec6	Examples of problems that may be transferred into the transportation problem models. Problems of warehousing, transportation and production.	2
Lec7	Introduction to graph theory. Project management (network programming). The maximum flow in a network. Ford-Fulkerson algorithm. Decision trees.	2
Lec8	Minimum spanning tree. The shortest routes in the graph.	2
Lec9	Deterministic Network Models (CPM, PERT). Time and cost analysis. Gantt charts. Resource optimization in network.	2
Lec10	Final exam.	2
		Total hours: 20

## TEACHING TOOLS USED

N1. informative lecture

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	Final exam
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE</u>  <u>SECONDARY LITERATURE</u>

SUBJECT SUPERVISOR
dr inż. Anna Jodejko-Pietruczuk tel.: 71 320-28-17 email: Anna.Jodejko@pwr.edu.pl



## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Mechanika analityczna**

Nazwa w języku angielskim: **Analytical Mechanics**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042005**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20	10			
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. Analiza matematyczna (rachunek różniczkowy i całkowy)
2. algebra liniowa (macierze, wyznaczniki), geometria, trygonometria
3. mechanika I i mechanika II w zakresie stopnia I studiów

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Znajomość metod analitycznych w zakresie stosowania mechaniki Lagrange'a w dynamicznych układach holonomicznych: skleronomicznych i reonomicznych i znajomość analizy ich drgań przypadku układów zachowawczych o wielu stopniach swobody.
- C2. Znajomość dynamiki ruchu kulistego z zastosowaniem do żyroskopu (w zakresie teorii przybliżonej). Elementarna znajomość teorii zderzenia cząstek masowych (zderzenie sprężyste i niesprężyste)
- C3. Umiejętność samodzielnej analizy złożonych mechanicznych układów z więzami holonomicznymi typustacjonarnego do wyznaczania ich: równań różniczkowych ruchu, widma częstości drgań własnych, macierzy modalnej. Umiejętność analizy dynamicznej ciał sztywnych w ruchu kulistym i żyroskopu.
- 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 - Potrafi zdefiniować dyskretny układ mechaniczny holonomiczny oraz jego przemieszczenia możliwe i wirtualne. Zna podstawowe zagadnienie dynamiki. Zna klasyfikację układów dynamicznych z uwzględnieniem rodzaju więzów. Zna ogólne równanie dynamiki i zasadę prac przygotowanych.

PEK\_W02 - Zna pojęcie współrzędnych uogólnionych i przestrzeni konfiguracji układu dynamicznego. Zna pojęcie uogólnionych sił (aktywnych i bezwładności). Zna równania Lagrange'a I i II rodzaju.

PEK\_W03 - Zna interpretację wariacyjną przemieszczeń wirtualnych, centralne równanie dynamiki i zasadę Hamiltona. Posiada elementarną wiedzę w zakresie układów żyroskopowych i teorii zderzenia.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi stosować zasadę prac przygotowanych i zasadę d'Alemberta dla układów holonomicznych.

PEK\_U02 - Potrafi wyprowadzać równania różniczkowe ruchu dyskretnych układów dynamicznych z zastosowaniem równań Lagrange'a i z zasady zachowania energii dla układów zachowawczych holonomicznych.

PEK\_U03 - Potrafi obliczać widmo częstości drgań własnych i wyznaczać macierz modalną dla dyskretnych układów liniowych. Potrafi analizować dynamikę żyroskopu z zastosowaniem teorii przybliżonej (momenty żyroskopowe i siły reakcji w podporach). Potrafi obliczać współczynniki zderzenia w zderzeniach niesprężystym.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi wyszukiwać informacje oraz potrafi poddać je krytycznej analizie

PEK\_K02 - Potrafi obiektywnie oceniać argumenty oraz racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia

PEK\_K03 - Potrafi przestrzegać obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Program. Wymagania. Przykłady układów dynamicznych. Więzy i ich rodzaje, klasyfikacja układów ze względu na rodzaje więzów (ukł. holonomiczne), prędkości i przemieszczenia możliwe.	2

Wy2	Podstawowe zagadnienie dynamiki, przemieszczenia wirtualne, pojęcie więzów idealnych, ogólne równanie dynamiki, zasada prac przygotowanych.	2
Wy3	Ogólne równanie dynamiki w przypadku ruchu obrotowego i płaskiego ciała sztywnego (przykłady).	2
Wy4	Współrzędne uogólnione, wyprowadzanie równań różniczkowych ruchu na podstawie zasady zachowania energii wyrażonej we współrzędnych uogólnionych (przykłady). Siły uogólnione. Przestrzeń konfiguracji. Równania Lagrange'a ( II rodzaju).	2
Wy5	Równania Lagrange'a (c.d. przykłady, zastosowania). Funkcja Lagrange'a. Układy liniowe o skończonej liczbie stopni swobody, zapis macierzowy, układy zachowawcze.	2
Wy6	Drgania swobodne układów zachowawczych: częstości drgań własnych, macierze modalne, formy drgań. Drgania wymuszone harmonicznymi, charakterystyki częstotliwościowe, przykład analizy układu drgającego o 2-ch stopniach swobody.	2
Wy7	Dynamika ciała sztywnego w ruchu ogólnym: założenia, ujęcie problematyki. Kinematyka i dynamika ruchu kulistego (przypomnienie z kursu Mechaniki II), kręt w ruchu ogólnym.	2
Wy8	Równania dynamiki w ruchu ogólnym i kulistym ciała sztywnego (równania Eulera).	2
Wy9	Żyroskop ( teoria przybliżona).	2
Wy10	Wariacyjne ujęcie mechaniki Lagrange'a. Centralne równanie Lagrange'a. Podstawowa zasada całkowita mechaniki (zasada Hamiltona)	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Wprowadzenie. Wyprowadzanie równań na prędkości możliwe i przemieszczenia wirtualne. Rozwiązywanie zagadnień statycznych z wykorzystaniem zasady prac przygotowanych	2
Ćw2	Rozwiązywanie zadań dynamiki z wykorzystaniem ogólnego równania dynamiki (zasady d'Alemberta).	2
Ćw3	Wyprowadzanie równań różniczkowych ruchu na podstawie zasady zachowania energii oraz równań Lagrange'a (porównanie metod i wyników) dla układów o 1 i 2 stopniach swobody	2
Ćw4	Wyznaczanie częstości drgań własnych i parametrów modalnych dla układów zachowawczych o 2-ch stopniach swobody. Rozwiązywanie zadań z kinematyki i dynamiki ruchu kulistego ciała sztywnego.	2
Ćw5	Kolokwium zaliczeniowe	2
		Suma: 10

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
 N2. ćwiczenia rachunkowe  
 N3. konsultacje  
 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	egzamin pisemno-ustny
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	kolokwium zaliczeniowe
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. B. Gabryszewska, A. Pszonka, „Mechanika”, cz.II, Kinematyka i dynamika, PWr , 1988; 2. J. Zawadzki, W. Siuta, „Mechanika ogólna”, PWN, Warszawa 1971; 3. B. Skalmierski, „Mechanika”, PWN, Warszawa 1982; 4. M. Lunn, A First Course in Mechanics, Oxford Science Publications, 1991

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. M. Kulisiewicz, St. Piesiak, „Metodologia modelowania i identyfikacji mechanicznych układówdynamicznych”, PWr. 1994; 2. J. Leyko , „Mechanika ogólna”, WNT, Warszawa 1980; 3. J. Giergiel, „Mechanika ogólna”, WNT, Warszawa 1980

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Mirosław Bocian tel.: 320-27-54 email: [miroslaw.bocian@pwr.edu.pl](mailto:miroslaw.bocian@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Mechanika analityczna**

Name in English: **Analytical Mechanics**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042005**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20	10			
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. Mathematical analysis (differential and integral calculus)
2. Linear algebra (matrices, determinants), geometry, trigonometry
3. Mechanics I and mechanics II in range of study stage I

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. Knowledge of analytical methods for the application of Lagrangian mechanics in the dynamics of mechanical holonomic systems (for systems with constraints depending and not depending from time). Knowledge of vibration analysis of linear holonomic conservative systems with many degrees of freedom.

C2. Knowledge of the dynamics of a rigid body in case of the spherical rotation about a fixed point. The using in to the gyroscope (in approximate theory range). Elementary knowledge of the theory of mass collisions (elastic and inelastic collision)

C3. Ability to independently analyze complex mechanical systems with a holonomic constraints which are not depend on time to determine : differential equations of movement, natural vibration frequency spectrum, the modal matrix. The ability of dynamic analysis of rigid bodies in case of the spherical rotation about a fixed point and gyroscope.

C4. The acquisition and consolidation of social skills including emotional intelligence relying ability to work in a group of students with a view to effective problem solving.

Responsibility, honesty and fairness in conduct; observance of manners in the academic community and society

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - He can define a discrete mechanical holonomic system and its possible and virtual displacements. He knows the fundamental problem of dynamics. He knows the classification of dynamical systems in respect of the constraint types. He knows the general equation of dynamics and the principle of virtual work.

PEK\_W02 - He knows the notion of generalized coordinates and configuration space of a dynamical system. He knows the concept of generalized forces (active and inertia). He knows the Lagrange's equations of the first and second kind.

PEK\_W03 - He knows the variational interpretation of virtual displacements, the central equation of the dynamics and the Hamilton's principle. He has an elementary knowledge of gyroscopic systems and collision theory.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - He is able to apply the virtual work principle and d'Alembert's principle for holonomic systems

PEK\_U02 - He can derive the differential equations of motion of discrete dynamical systems by using Lagrange's equations and by using the energy conservation law for conservative holonomic systems.

PEK\_U03 - He can calculate the spectrum of natural frequencies and can determine the modal matrix for discrete conservative linear systems. He is able to analyze the dynamics of the gyro using the approximate theory (gyroscopic moment and reaction forces in the supports). He can calculate the collision coefficients in inelastic collision.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - He can search information and is able to critical review

PEK\_K02 - He can objectively evaluate the arguments and rationally explain and justify own point of view.

PEK\_K03 - He can observe the customs and rules of the academic community.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture

Number of  
hours

Lec1	Curriculum. Requirements. Examples of dynamic systems. Constrains and their types, classification systems for the sake of the constrain types (holonomic systems), possible velocities and possible displacements.	2
Lec2	The fundamental problem of dynamics, virtual displacement, the notion of ideal constraints, the general equation of dynamics, the virtual work principle.	2
Lec3	The dynamic general equation for the rotational and planar motion of rigid body (examples)	2
Lec4	Generalized coordinates. Derivation of differential equations of motion by using the energy conservation law expressed in generalized coordinates (examples). Generalized forces. Configuration space. Lagrange's equations (of II type).	2
Lec5	Lagrange's equations (cont. examples, applications). Lagrangian. Linear systems with a finite number of degrees of freedom, matrix notation, conservative systems.	2
Lec6	Free vibrations of conservative systems: natural frequencies, modal matrices, mode shapes. Harmonically forced vibration, frequency characteristics, an example of oscillation analysis of two- degree- of- freedom system.	2
Lec7	The dynamics of a rigid body in general motion: the orientation, the recognition issue. Kinematics and dynamics of rigid body in case the spherical rotation about a fixed point (reminder of the course Mechanics II), the angular momentum in the general movement.	2
Lec8	The dynamic equations for general motion of rigid body (Euler's equation).	2
Lec9	Gyroscope (approximate theory).	2
Lec10	Variational approach of Lagrangian mechanics.	2
		Total hours: 20
Form of classes – Classes		Number of hours
CI1	Introduction. Derivation of equations for possible velocities and virtual displacements. Solving of static problems by using a principle of virtual work	2
CI2	Solving of dynamic problems by using a dynamic general equation (d'Alembert's principle).	2
CI3	Derivation of motion differential equations based on the energy conservation law and Lagrange's equations (comparison of methods and results) for systems with one and two degrees of freedom	2
CI4	Determination of the natural frequencies and modal parameters for conservative systems with two degrees of freedom	2
CI5	Final test	2
		Total hours: 10



TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. calculation exercises N3. tutorials 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 and oral exam
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	Final test
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

1. B. Gabryszewska, A. Pszonka, "Mechanics", part II, kinematics and dynamics, Wrocław University of Technology, 1988;
2. J. Zawadzki, W. Siuta, "General Mechanics", PWN, Warsaw, 1971;
3. B. Skalmierski, "Mechanics", PWN, Warsaw, 1982;
4. M. Lunn, A First Course in Mechanics, Oxford Science Publications, 1991

### SECONDARY LITERATURE

1. M. Kulisiewicz St. Piesiak, "Methodology of modeling and identification of mechanical dynamical systems", WUT, 1994;
- 2 J. Leyko, "General Mechanics", WNT, Warsaw, 1980;
- 3 J. Giergiel, "General Mechanics", WNT, Warsaw, 1980

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Mirosław Bocian tel.: 320-27-54 email: [miroslaw.bocian@pwr.edu.pl](mailto:miroslaw.bocian@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Projektowanie materiałów inżynierskich**

Nazwa w języku angielskim: **Design of Engineering Materials**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042006**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10			10	
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. Podstawowa wiedza z zakresu: materiałoznawstwa; wytrzymałości materiałów; technologii wytwarzania, przetwórstwa i recyklingu materiałów; metod kształtowania oraz badania struktury i własności materiałów.
2. Umiejętność korzystania z informacji technicznej oraz obsługi specjalistycznego oprogramowania komputerowego.
3. Umiejętność współpracy z użytkownikami materiałów inżynierskich i specjalistami z zakresu projektowania, wytwarzania, przetwórstwa i zastosowania materiałów.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zdobyć umiejętności projektowania składu chemicznego i struktury materiałów inżynierskich z uwzględnieniem otrzymania wyrobów o wymaganych własnościach fizyko-chemicznych, mechanicznych i eksploatacyjnych.
- C2. Zdobyć umiejętności doboru materiałów inżynierskich do zastosowań technicznych.
- C3. Uzyskanie umiejętności diagnozowania zniszczenia materiałów i projektowania procesów naprawczych dla poprawy niezawodności i trwałości wyrobów z nich wykonanych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Dysponuje zaawansowaną wiedzą o związkach pomiędzy strukturą a własnościami materiału oraz o mechanizmach umacniania materiałów i ich praktycznym zastosowaniu w projektowaniu materiałowym wyrobów.

PEK\_W02 - Zna podstawy i filozofię projektowania współczesnych materiałów inżynierskich.

PEK\_W03 - Zna kryteria i metodologię doboru materiałów i może uczestniczyć w procesie projektowania inżynierskiego wyrobów.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi zaprojektować strukturę materiału dla uzyskania wymaganych własności fizyko-chemicznych, mechanicznych i użytkowych wyrobu.

PEK\_U02 - Potrafi dobrać materiał na konkretny wyrób z uwzględnieniem aspektów: ekonomicznego i ekologicznego.

PEK\_U03 - Potrafi przeprowadzić analizę zniszczenia materiału i zaprojektować proces naprawczy dla zwiększenia trwałości wyrobu.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Posiada umiejętność współpracy z ludźmi i kierowania zespołami w procesie projektowania inżynierskiego.

PEK\_K02 - Posiada umiejętność obiektywnej oceny argumentów i formułowania racjonalnych wniosków dotyczących stosowania materiałów inżynierskich w różnych wyrobach i warunkach eksploatacji.

PEK\_K03 - Jest przygotowana do podejmowania aktywności badawczej z zakresu projektowania materiałowego wyrobów.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do projektowania materiałów. Wpływ składu chemicznego, technologii wytwarzania i mikrostruktury na własności materiałów	2
Wy2	Rola i znaczenie wykresów równowagi fazowej w projektowaniu materiałów	1
Wy3	Mechanizmy umocnienia metali i stopów - teoria i praktyka	3
Wy4	Kompozyty o osnowie metalicznej - podstawy projektowania	2
Wy5	Kryteria i metody ilościowe doboru materiałów w projektowaniu inżynierskim	2
		Suma: 10

Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Dobór materiału na wybrany element konstrukcyjny - projekt - cz. I	2
Proj2	Projektowanie składu chemicznego stali pod kątem hartowności	2
Proj3	Projektowanie mikrostruktury materiału w procesie obróbki cieplnej na przykładzie stali - cz.I	2
Proj4	Projektowanie mikrostruktury materiału w procesie obróbki cieplnej na przykładzie stali - cz.II	2
Proj5	Dobór materiału na wybrany element konstrukcyjny - projekt - cz. II	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. ćwiczenia rachunkowe  
N3. konsultacje  
N4. praca własna - przygotowanie do projektu  
N5. 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_W03	Kolokwium
$P = P=F1$		

#### 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_U03	Kartkówka, odpowiedzi ustne, raport, dyskusje
F2	PEK_U01÷PEK_U03; PEK_K01-PEK_K03	Obrona projektu
$P = 0,3F1+07F2$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

O. Wyatt , Wprowadzenie do inżynierii materiałowej, WNT, 1978; J.Kapuściński i inni, Kompozyty- podstawy projektowania i wytwarzania, OWPW, 1993; L.A. Dobrzański, Metaloznawstwo z podstawami nauki o materiałach, WNT, 1996; M.F. Ashby, Dobór materiałów w projektowaniu inżynierskim, WNT, 1998; W. Dudziński , Materiały konstrukcyjne w budowie maszyn, OWPWr., 1994

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

M.F. Ashby, D. Jones, Materiały inżynierskie 2 - kształtowanie struktury i właściwości, dobór materiałów, WNT, 1995; R. Haimann, Metaloznawstwo, OWPWr., 1980

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Krzysztof Widanka tel.: 320-37-00 email: [krzysztof.widanka@pwr.edu.pl](mailto:krzysztof.widanka@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Projektowanie materiałów inżynierskich**

Name in English: **Design of Engineering Materials**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042006**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10			10	
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. Basic knowledge in such disciplines as: Materials science, Strength of materials, Manufacturing technology, processing and recycling of materials, design and examination methods of structure and properties of materials.
2. Skills in usage of technical data and specialized computer software.
3. Skills in collaboration with other users of engineering materials and specialists in the fields of design, manufacturing, processing, and application of materials.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Obtaining the skills in design of chemical composition and structure of engineering materials to produce products with desired mechanical and operational properties.
- C2. Obtaining the skills in materials selection for technical applications.
- C3. Obtaining the skills in failure analysis of materials and design of repair processes for improvement of products durability.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Possesses advanced knowledge on structure- properties relationship as well as on strengthening mechanisms in materials and their practical usage for material design of products.

PEK\_W02 - Knows the fundamentals and design philosophy of modern engineering materials.

PEK\_W03 - Knows the criteria and methodology of materials selection and can participate in engineering design of products.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Able to design the materials structure in order to obtain the desired operational properties of product.

PEK\_U02 - Able to select a material for a specific product with consideration of economical and ecological aspects.

PEK\_U03 - Able to conduct the failure analysis of material and design the repair process for improvement of product durability.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Possesses the collaboration skills and able to lead the research teams in engineering design process.

PEK\_K02 - Possesses the skills of objective evaluation of arguments and formulation of rational conclusions concerning the use of engineering materials for different products and operational conditions.

PEK\_K03 - Is prepared to conduct the research on materials design of products.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to design of materials. Effect of chemical composition, processing and microstructure on the properties of materials.	2
Lec2	The role and significance of alloy phase diagrams in design of materials.	1
Lec3	Strengthening mechanisms in metals and alloys - theory and practice.	3
Lec4	Metal matrix composites - fundamentals in design.	2
Lec5	Criteria and quantitative methods of materials selection in engineering design.	2
		Total hours: 10
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Selection of material for chosen structural component - project - part I.	2



Proj2	Design of chemical composition of steel with desired hardenability.	2
Proj3	Design of microstructure of steel in the process of heat treatment - part I.	2
Proj4	Design of microstructure of steel in the process of heat treatment - part II.	2
Proj5	Selection of material for chosen structural component - project- part II.	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. calculation exercises N3. tutorials N4. self study - preparation for project class N5. 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_W03	Test
P = 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_U03	short test, oral answers, report, discussion
F2	PEK_U01÷PEK_U03; PEK_K01-PEK_K03	defence of project
P = 0,3F1+07F2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

O. Wyatt, Introduction to Materials engineering; M.F. Ashby, Selection of Materials in Engineering Design, G.E. Totten, Steel Heat Treatment; W. Dudzinski, Structural Materials in Machine Construction

SECONDARY LITERATURE

M.F. Ashby, D. Jones, Engineering Materials 2; W.F. Hosford, Physical Metallurgy

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Krzysztof Widanka tel.: 320-37-00 email: [krzysztof.widanka@pwr.edu.pl](mailto:krzysztof.widanka@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Inżynieria powierzchni**

Nazwa w języku angielskim: **Surface engineering**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042007**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10		10		
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. Student powinien posiadać ugruntowaną wiedzę z zakresu technik wytwarzania, szczególnie obróbek ubytkowych, a także podstawową wiedzę z pomiarów wielkości geometrycznych i powierzchni.
2. Student powinien posiadać ugruntowaną wiedzę z zakresu rysunku technicznego matematyki, fizyki, materiałoznawstwa.
3. Student powinien posiadać umiejętność ogólnego planowania eksperymentu oraz rozwiązywania prostych problemów technicznych.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Przekazanie wiadomości o możliwościach kształtowania i opisu określonych cech geometrycznych i fizykalnych warstwy wierzchniej.

C2. Przedstawienie wpływu cech fizykalnych warstwy wierzchniej na jej przyszłe, eksploatacyjne cechy funkcjonalne oraz możliwości modyfikowania właściwości warstwy wierzchniej.

C3. Przedstawienie sposobów pomiaru cech geometrycznych i fizykalnych warstwy wierzchniej.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student powinien definiować warstwę wierzchnią wraz z jej głównymi cechami fizykalnymi i geometrycznymi.

PEK\_W02 - Student powinien znać możliwości modyfikowania cech warstwy wierzchniej ze względu na oczekiwane jej właściwości eksploatacyjne.

PEK\_W03 - Student powinien znać najważniejsze metody nanoszenia powłok.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Student powinien posiadać umiejętność analizowania danych z literatury, planowania eksperymentu oraz analizowania jego wyników.

PEK\_U02 - Student powinien posiadać umiejętność analizowania i opisywania cech geometrycznych i fizykalnych warstwy wierzchniej oraz wpływania poprzez modyfikację tych cech na właściwości eksploatacyjne warstwy wierzchniej.

PEK\_U03 - Student powinien posiadać umiejętność obsługi urządzeń służących do pomiaru cech geometrycznych i fizykalnych warstwy wierzchniej przedmiotu.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Student powinien umieć pracować w grupie i mieć świadomość odpowiedzialności pracy zbiorowej.

PEK\_K02 - Student powinien rozumieć potrzebę ciągłego doskonalenia i pogłębiania własnej wiedzy i umiejętności wraz ze zmieniającymi się uwarunkowaniami technicznymi i społecznymi.

PEK\_K03 - Student powinien mieć świadomość współistnienia i powiązania wiedzy oraz umiejętności z wielu dziedzin nauki.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Charakterystyka właściwości warstwy wierzchniej (WW) przedmiotu	2
Wy2	Sposoby i metody badań WW oraz pomiary 2D i 3D chropowatości	2
Wy3	Cechy funkcjonalne powierzchni w eksploatacji maszyn i urządzeń. Możliwości kształtowania powierzchni o określonych właściwościach metodami ubytkowymi i bezubytkowymi	2
Wy4	Metody modyfikowania cech fizykalnych i geometrycznych WW metodami nieubytkowymi. Korelacja między fizykalnymi i geometrycznymi właściwościami WW a jej cechami funkcjonalnymi.	2

Wy5	Nanoszenie powłok	1
Wy6	Zaliczenie	1
		Suma: 10
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Analiza zmian powierzchni w procesach kształtowania ubytkowego I	2
Lab2	Analiza zmian powierzchni w procesach kształtowania ubytkowego II	2
Lab3	Pomiar błędów kształtu i położenia elementów części maszyn	2
Lab4	Zastosowanie analizy falkowej, fraktalnej i FFT do opisu stanu powierzchni	2
Lab5	Modelowanie matematyczne struktur powierzchni	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. eksperyment laboratoryjny  
N3. konsultacje  
N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N5. 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_W02; PEK_W03	kolokwium
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_U03PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03	kartkówka, odpytanie ustne, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych

F2	PEK_U01; PEK_U02; PEK_U03PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03	kartkówka, odpytanie ustne, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F3	PEK_U01; PEK_U02; PEK_U03PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03	kartkówka, odpytanie ustne, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F4	PEK_U01; PEK_U02; PEK_U03PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03	kartkówka, odpytanie ustne, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F5	PEK_U01; PEK_U02; PEK_U03PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03	kartkówka, odpytanie ustne, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
$P = (F1+F2+F3+F4+F5)/5$		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA

Burakowski T., Wierchoń T., tytuł: Inżynieria powierzchni, wydawnictwo: WNT, Warszawa 2005

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Oczos K., Lubimov V., tytuł: Struktura geometryczna powierzchni. Podstawy klasyfikacji., wydawnictwo: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, rok: 2003
2. Wieczorowski M., Cellary A., Chajda J., tytuł: Przewodnik po pomiarach nierówności powierzchni czyli o chropowatości i nie tylko, wydawnictwo: Zakład Wydawniczy M-Druk, Poznań, rok: 2003

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Maciej Kowalski tel.: 41-81 email: [maciej.kowalski@pwr.edu.pl](mailto:maciej.kowalski@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Inżynieria powierzchni**

Name in English: **Surface engineering**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042007**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10		10		
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. Students should have a well-established expertise in manufacturing, especially machining treatments, as well as a basic understanding of measurements of geometric and surface.
2. Students should have a well-established knowledge of the technical drawing, mathematics, physics and materials science.
3. The student should be able to overall planning of the experiment and solve simple technical problems.

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. To provide knowledge about the possibilities of shaping and describing certain geometric and physical characteristics of the surface layer.

C2. Presentation of the influence of physical characteristics of the surface layer on its future, performance characteristics and the ability to modify the functional properties of the surface layer.

C3. Presentation of the ways to measure the geometrical and physical characteristics of the surface layer.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Students should define the surface layer and its main features physical attributes and geometry.

PEK\_W02 - Students should know the ability to modify the characteristics of the surface layer due to the expected performance characteristics.

PEK\_W03 - Students should know the basic methods of coating.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - The student should be able to analyze data from the literature, planning experiments and analyzing the results.

PEK\_U02 - Students should have the ability to analyze and describe the physical and geometrical characteristics of the surface layer and the influence of these characteristics by modifying the operating characteristics of the surface layer.

PEK\_U03 - The student should be able to use the devices for measuring the physical geometry and the surface layer of the object.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Students should be able to work in a group and be aware of the responsibility of the collective work.

PEK\_K02 - Students should understand the need for continuous learning and increasing their knowledge and skills with the changing technical and social considerations.

PEK\_K03 - Students should be aware of coexistence and relations of knowledge and skills in many fields of science.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Characteristic properties of the surface layer (SL) of an object	2
Lec2	The ways and test methods and measurement SL 2D and 3D roughness	2
Lec3	Functional features of the surface in operation of machinery and equipment. Methods for modifying the physical and geometrical characteristics of SL with chip and chipless methods.	2
Lec4	Methods for modifying the physical and geometrical characteristics of SL with chipless methods. The correlation between physical attributes and geometric properties of the SL and its functional features	2
Lec5	Coating	1
Lec6	Colloquium	1



		Total hours: 10
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Analysis of surface changes in the machining process I	2
Lab2	Analysis of surface changes in the machining process II	2
Lab3	Measurement of shape and position of machine parts	2
Lab4	Application of wavelet analysis, fractal and FFT to describe the condition of the surface	2
Lab5	Mathematical modeling of surface structures	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. tutorials N4. self study - preparation for laboratory class N5. 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_W02; PEK_W03	Colloquium
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_U03PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03	test, verbal querying, report on laboratory exercises
F2	PEK_U01; PEK_U02; PEK_U03PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03	test, verbal querying, report on laboratory exercises

F3	PEK_U01; PEK_U02; PEK_U03PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03	test, verbal querying, report on laboratory exercises
F4	PEK_U01; PEK_U02; PEK_U03PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03	test, verbal querying, report on laboratory exercises
F5	PEK_U01; PEK_U02; PEK_U03PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03	test, verbal querying, report on laboratory exercises
$P = (F1+F2+F3+F4+F5)/5$		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

Burakowski T., Wierzchoń T, tytuł: Inżynieria powierzchni, wydawnictwo: WNT, Warszawa 2005

### SECONDARY LITERATURE

1. Oczos K., Lubimov V., tytuł: Struktura geometryczna powierzchni. Podstawy klasyfikacji., wydawnictwo: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, rok: 2003

2. Wieczorowski M., Cellary A., Chajda J., tytuł: Przewodnik po pomiarach nierówności powierzchni czyli o chropowatości i nie tylko, wydawnictwo: Zakład Wydawniczy M-Druk, Poznań, rok: 2003

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Maciej Kowalski tel.: 41-81 email: maciej.kowalski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Wytrzymałość materiałów**

Nazwa w języku angielskim: **Strength of materials**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042009**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.8				

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

1. Znajomość wytrzymałości materiałów jednorodnych.
2. Metody wyznaczania parametrów wytrzymałościowych materiałów konstrukcyjnych
3. Znajomość procesów modyfikujących własności mechaniczne materiałów konstrukcyjnych

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Wyjaśnienie natury i konsekwencji odmiennego zachowania się materiałów niejednorodnych, a szczególnie materiałów metalicznych zawierających pęknięcia i/lub narażonych na podkrytyczny rozwój pęknięć oraz materiałów pękających wskutek lokalizacji odkształceń w pasmach ścinania.

C2. Określenie kryteriów i zasad oceny odporności materiałów na rozwój pęknięć kruchych oraz kryteriów sterowania rozwojem pęknięcia plastycznego i kryteriów pęknięcia pełzaniowego.

C3. Określenie możliwości i zasad praktycznego wykorzystania nabytej wiedzy w celu zapobiegania katastroficznemu rozwojowi pęknięć, przewidywania i oceny trwałości oraz poprawy jakości i niezawodności.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student potrafi określić potencjalne przyczyny i skutki poszczególnych rodzajów pęknięcia materiału oraz wskazać sposób na opanowanie problemu.

PEK\_W02 - Student potrafi zaproponować metodykę oceny odporności materiału na pękanie i wykorzystać uzyskane wyniki do wyboru sposobu przeciwdziałania potencjalnym skutkom pęknięcia kruchego, ciągliwego i pełzaniowego.

PEK\_W03 - Student potrafi ocenić różnice i skutki poszczególnych rodzajów uszkodzeń oraz zaproponować działania umożliwiające opóźnianie i/lub wyeliminowanie najgroźniejszego uszkodzenia materiału, to jest pęknięcia. Innymi słowy, student ma elementarną możliwość wpływania na jakość procesów wytwarzania, niezawodność i trwałość gotowych produktów, a przez to na bezpieczeństwo oraz koszty produkcji, eksploatacji, monitoringu i remontów.

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasady analizy potencjalnych uszkodzeń i ich skutków. Kryteria oceny ryzyka. Znaczenie wiedzy na temat mechanizmu uszkodzeń.	2
Wy2	Mapy mechanizmów odkształceń, uszkodzeń lokalnych i pęknięcia materiałów.	2
Wy3	Metodyka badania odporności na katastroficzny rozwój pęknięć w płaskim stanie odkształcenia (KIC) i płaskim stanie naprężenia ( $K_{IC}$ ).	2
Wy4	Możliwości i zasady praktycznego wykorzystania KIC w celu przewidywania i zapobiegania katastroficznemu rozwojowi pęknięć.	2
Wy5	Metody przewidywania i oceny trwałości materiałów pracujących w warunkach pełzania.	2
Wy6	Kryteria i zasady zapobiegania i/lub sterowania pękaniem wskutek lokalizacji odkształceń w pasmach ścinania. Przykłady praktycznych zastosowań.	2
Wy7	Wykresy odkształceń granicznych ze względu na lokalizację odkształceń i pękanie materiałów podczas ich odkształcania na zimno.	2

Wy8	Mapy mechanizmów odkształceń i pękania materiałów odkształcanych na gorąco. Zasady korzystania z map w celu zapobiegania pękaniu.	2
Wy9	Zasady i przykłady wielokryteriowego doboru materiałów. Definicja i znaczenie wskaźnika materiałowego.	2
Wy10	Przyczyny i skutki degradacji własności wskutek przetwarzania i eksploatacji materiałów w określonych warunkach. Metody badań stopnia degradacji własności mechanicznych materiału i jego wpływu na założoną trwałość obiektu technicznego (przykłady).	2
		Suma: 20

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. konsultacje

#### 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_W-02, PEK_W03	Kolokwium
P = F1		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA

Neimitz A.: Mechanika pękania. PWN, Warszawa 1998. German J. Podstawy mechaniki pękania, Wyd. Politechniki Krakowska, 2011. Frost H.J., Ashby M.F. Deformation-Mechanism Maps, Pergamon, Oxford, 1982. Ashby F. M.: Materials selection in mechanical design. Elsevier 2005. Dzikowski E. S.: Mechanizm pękania poślizgowego w aspekcie dekohezji sterowanej metali. Wyd.PWr., Wrocław 1990. Dzikowski E. S.: Physical concept of shear fracture mesomechanism and its applications. Central European Journal of Engineering, 2011, nr 1(3), s. 217-233.

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Broek D.: Elementary engineering - fracture mechanics. Noordhoff Int. Publishing, Leyden, 1974. Ashby M. F.: Jones D. R.: Materiały inżynierskie. Własności i zastosowania. WNT, Warszawa 1995. Dzikowski E. S.: Jak projektować, wytwarzać i eksploatować rury do bezpiecznej pracy pod ciśnieniem. Rudy i Metale, 2008, nr 11, s. 714-721.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Grzegorz Chruścielski tel.: 3393 email: [grzegorz.chruscielski@pwr.edu.pl](mailto:grzegorz.chruscielski@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Wytrzymałość materiałów**

Name in English: **Strength of materials**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042009**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20				
Number of hours of total student workload (CNPS)	90				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.8				

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

1. Knowledge of the strength of homogeneous materials.
2. Methods of determination of strength parameters of construction materials
3. Knowledge of processes modifying mechanical properties of construction materials

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. Explanation of the nature and results of a distinct behaviour of heterogeneous materials, with particular focus on metallic materials including fractures and/or exposed to subcritical crack growth and materials fracturing due to deformations located in shear bands.

C2. Adoption of the criteria and assessment principles for material resistance to subcritical crack growth, as well as the criteria for controlling shear fracture development and the criteria for creep fracture.

C3. Determining the possibilities and principles of practical application of the acquired knowledge in order to prevent catastrophic fracture development, and to predict and evaluate durability, as well as quality and reliability improvement.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - The students are able to determine the potential causes and effects of particular types of material fracture, and propose a method to address the problem.

PEK\_W02 - The students are able to propose an assessment methodology for material resistance to fracture, and use the obtained results to select a method to prevent the potential consequences of brittle, ductile and creep fracture.

PEK\_W03 - The students are able to evaluate the differences between, and results of particular types of damage and propose actions which delay and/or eliminate the most dangerous material damage, i.e. fracture. In other words, the students have basic impact on the quality of production processes, reliability and durability of finished products, and thereby on safety and the costs of production, exploitation, monitoring and renovations

### II. Relating to skills:

### III. Relating to social competences:

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Principles of the analysis of potential damages and their consequences. Risk assessment criteria. The importance of the knowledge about damage mechanism.	2
Lec2	Maps of strain, local damage and material fracture mechanisms.	2
Lec3	The methodology for testing resistance to catastrophic fracture development in plane strain state (KIC) and plane stress condition (KC).	2
Lec4	Possibilities and principles of practical application of KIC for the purposes of predicting and preventing catastrophic fracture development.	2
Lec5	Methods for predicting and evaluating the durability of materials working in creep regime.	2
Lec6	Criteria and principles of preventing and/or controlling fracture caused by the localization of strains in shear bands. Examples of practical applications.	2



Lec7	Diagrams of yield strains depending on the localization of strains and the fracture of materials during cold deformation.	2
Lec8	Maps of strain mechanisms and the mechanisms of fracture of materials during hot deformation. Principles and examples of multi-criteria selection of materials. Definition and meaning of material index.	2
Lec9	Principles of using the maps to prevent fracture.	2
Lec10	Causes and effects of properties degradation due to the processing and exploitation of materials in particular conditions. Methods for testing the degree of degradation of mechanical properties of a material and its impact on the assumed durability of a technical structure (examples).	2
		Total hours: 20

TEACHING TOOLS USED	
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. tutorials	

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_W-02, PEK_W03	Class test
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

Neimitz A.: Mechanika pękania. PWN, Warszawa 1998. German J. Podstawy mechaniki pękania, Wyd. Politechniki Krakowska, 2011. Frost H.J., Ashby M.F. Deformation-Mechanism Maps, Pergamon, Oxford, 1982. Ashby F. M.: Materials selection in mechanical design. Elsevier 2005. Dzikowski E. S.: Mechanizm pękania poślizgowego w aspekcie dekohezji sterowanej metali. Wyd.PWr., Wrocław 1990. Dzikowski E. S.: Physical concept of shear fracture mesomechanism and its applications. Central European Journal of Engineering, 2011, nr 1(3), s. 217-233.

### SECONDARY LITERATURE

Broek D.: Elementary engineering - fracture mechanics. Noordhoff Int. Publishing, Leyden, 1974. Ashby M. F.: Jones D. R.: Materiały inżynierskie. Własności i zastosowania. WNT, Warszawa 1995. Dzikowski E. S.: Jak projektować, wytwarzać i eksploatować rury do bezpiecznej pracy pod ciśnieniem. Rudy i Metale, 2008, nr 11, s. 714-721.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Grzegorz Chruścielski tel.: 3393 email: grzegorz.chruscielski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Badania elementów i zespołów maszyn**

Nazwa w języku angielskim: **Testing of Elements and Assemblies**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042010**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			20		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia			Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			1.4		

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

1. Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu matematyki i praw fizyki, mechaniki.
2. Posiada umiejętność korzystania i wyszukiwania informacji z literatury i internetu.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie metod badawczych stosowanych w mechanice ciała stałego.  
C2. Zapoznanie się z aparaturą badawczą i pomiarową.  
C3. Zapoznanie się ze sposobami rejestracji oraz obróbką wyników pomiarów.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi dobrać odpowiednią metodę pomiarową w zależności od badanego elementu maszyn i przeprowadzić pomiar.

PEK\_U02 - Potrafi przygotować sprawozdanie z omówieniem otrzymanych wyników.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi myśleć i działać kreatywnie.

PEK\_K02 - Potrafi pracować nad zadaniami samodzielnie i w grupie.

PEK\_K03 - Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Zastosowanie metody mory cieniowej w badaniu elementów maszyn.	3
Lab2	Zastosowanie interferometrii holograficznej do pomiaru przemieszczeń elementów maszyn.	3
Lab3	Zastosowanie fotografii plamkowej w badaniach ciał stałych.	3
Lab4	Zastosowanie elastooptyki w wytrzymałościowym kształtowaniu elementów maszyn.	3
Lab5	Zastosowanie technik laserowych do wyznaczania pola prędkości przepływu.	3
Lab6	Zastosowanie tensometrii rezystancyjnej do wyznaczania odkształceń elementów maszyn.	3
Lab7	Zaliczenie kursu.	2
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. praca własna – przygotowanie do laboratorium

N2. eksperyment laboratoryjny

N3. przygotowanie sprawozdania

# 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_K01, PEK_K02, PEK_K03	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych, odpowiedzi ustne
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Orłowski Z., Doświadczalna analiza odkształceń i naprężeń, PWN, Warszawa 1977.

Szczepiński W., Metody doświadczalne mechaniki ciała stałego, PWN, Warszawa 1984.

Będziński R., Biomechanika inżynierska. Zagadnienia wybrane, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Roliński Z., Tensometria oporowa: podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań, WNT, Warszawa 1981.

J.W. Dally, Experimental Stress Analysis, College House Enterprises LLC, 2005.

Beckwith T.G., Mechanical Measurements, Prentice Hall, 1995.

Rastogi K., Optical Measurement Techniques and Applications., Artech House, 1997.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Sylwia Szotek tel.: 71 320-29-83 email: Sylwia.Szotek@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Badania elementów i zespołów maszyn**

Name in English: **Testing of Elements and Assemblies**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042010**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)			20		
Number of hours of total student workload (CNPS)			60		
Form of crediting			Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points			2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes			1.4		

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

1. Student has ordered knowledge of mathematics and the laws of physics, mechanics.
2. Student is able to use and retrieve information from the literature and the Internet.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Knowledge of research methods used in solid mechanics.
- C2. Knowledge of test equipment and measuring.
- C3. Knowledge of registration and processings of measurement results.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

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

PEK\_U01 - Student can choose the right measurement method based on the test piece of machinery and carry out a measurement.

PEK\_U02 - Student can prepare a report and discussion the results.

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

PEK\_K01 - Student is able to think and act creatively.

PEK\_K02 - Student is able to work on tasks independently and in groups.

PEK\_K03 - Student understands the need and knows the possibility of lifelong learning.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Shadows methods in machine elements investigations.	3
Lab2	Holographic interferometry application in displacements measurements of machine elements.	3
Lab3	Speckle photography application in solids investigations.	3
Lab4	Application of photoelasticity method in experimental design of machine elements.	3
Lab5	Determine of fluid velocity distribution using laser method.	3
Lab6	Strain gage method application in machines testing.	3
Lab7	Mark	2
		Total hours: 20

## TEACHING TOOLS USED

N1. self study - preparation for laboratory class

N2. laboratory experiment

N3. report preparation

# 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_K01, PEK_K02, PEK_K03	Lab exercise reports, oral answer
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

Orłoś Z., Doświadczalna analiza odkształceń i naprężeń, PWN, Warszawa 1977 (in Polish).

Szczepiński W., Metody doświadczalne mechaniki ciała stałego, PWN, Warszawa 1984 (in Polish).

Będziński R., Biomechanika inżynierska. Zagadnienia wybrane, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997 (in Polish).

Roliński Z., Tensometria oporowa: podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań, WNT, Warszawa 1981 (in Polish).

### SECONDARY LITERATURE

Roliński Z., Tensometria oporowa: podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań, WNT, Warszawa 1981 (in Polish).

J.W. Dally, Experimental Stress Analysis, College House Enterprises LLC, 2005.

Beckwith T.G., Mechanical Measurements, Prentice Hall, 1995.

Rastogi K., Optical Measurement Techniques and Applications., Artech House, 1997.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Sylwia Szotek tel.: 71 320-29-83 email: Sylwia.Szotek@pwr.edu.pl



## 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, niestacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042011**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10			20	
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 maszyn.  
 C2. Opanowanie metod modelowania złożonych 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

PEK\_W02 - Wiedza w zakresie zaawansowanych analiz geometrycznie i fizycznie 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	2
Wy2	Modelowanie ustrojów maszyn: struktur nośnych, połączeń, obciążeń, podparć i materiału	2
Wy3	Zaawansowane analizy ustrojów maszyn: analiza geometrycznie i fizycznie nieliniowa	2
Wy4	Dynamika ustrojów maszyn	2
Wy5	Zagadnienia przepływu ciepła w analizie ustrojów maszyn: stany ustalone i nieustalone przepływu ciepła	2
		Suma: 10
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Wprowadzenie, zasady pracy w laboratorium komputerowym, 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	2
Proj6	Tworzenie złożów ustrojów maszyn, modelowanie połączeń, ustalenie wymaganych konfiguracji	2
Proj7	Przygotowanie modeli obliczeniowych poszczególnych zespołów: warunki brzegowo-początkowe	2
Proj8	Przeprowadzenie zaawansowanych analiz wytrzymałościowych (analiza nieliniowa, dynamika, termosprężystość)	2
Proj9	Modyfikacje rozwiązań konstrukcyjnych	2
Proj10	Opracowanie sprawozdania z projektu	2
		Suma: 20

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Ćwiczenia problemowe  
N2. Prezentacja multimedialna  
N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N4. Praca własna - przygotowanie do 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 pisemno-ustny
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 PEK_K01 - PEK_K03	Ocena przygotowania projektu

## 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, part-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042011**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10			20	
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 non-geometric and non-linear analysis

PEK\_U03 - Ability to perform 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	2
Lec2	Modeling of complex structures, load application, supports, connections and material	2
Lec3	Advanced analysis of the non-geometric and non-linear type of the structures	2
Lec4	Structural dynamics	2
Lec5	Heat flux analysis in the carrying structures in constant and unstable conditions	2
		Total hours: 10
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	2
Proj6	Assembly design, connectors, parameters set-up	2
Proj7	Developments of numerical models of selected elements: boundary conditions	2
Proj8	Advanced strength analysis simulations (non-linear, dynamics, thermoelasticity)	2
Proj9	Design modifications	2

Proj10	Report preparation	2
		Total hours: 20

TEACHING TOOLS USED		
N1. Design tasks assignments N2. Multimedia presentation N3. Individual work – self learning and study for exam N4. Individual work – project development		

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 (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_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)



## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Zintegrowane systemy wytwarzania**

Nazwa w języku angielskim: **Integrated manufacturing systems**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042013**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2				

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

1. Posiada wiedzę o metodach i technikach wytwarzania oraz podstawach organizacji produkcji
2. Potrafi zaprojektować proces wytwarzania metodami obróbki wiórowej i bezwiórowej
3. Posiada wiedzę o systemach CAD, CAM, CAPP, potrafi wykorzystać programy CAD/CAM

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie systemów informatycznych przedsiębiorstwa oraz znaczenia zorganizowanego przepływu informacji o wyrobie
- C2. Poznanie zaawansowanych technik i narzędzi inżynierskich umożliwiających rozwiązywanie problemów i doskonalenie systemu produkcyjnego oraz zasad ich integracji
- C3. Poznanie platform informatycznych stosowanych przy integracji procesów wytwarzania

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Potrafi zdefiniować zadania podsystemu informacyjnego dla procesów wytwarzania metodami obróbki wiórowej oraz bezwiórowej

PEK\_W02 - Potrafi dobrać odpowiednie programy wspomagające prace inżynierskie zapewniające spójność przepływu informacji

PEK\_W03 - Potrafi wskazać źródła zakłóceń produkcji oraz wskazać sprawną organizację procesu wytwarzania

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Zna rolę człowieka w zintegrowanych systemach wytwarzania

PEK\_K02 - Potrafi pracować grupowo

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Skala produkcji, źródła zakłóceń produkcji, znaczenie sprawnej organizacji procesu wytwarzania	1
Wy2	Obszary działalności przedsiębiorstwa i związane z nimi specyficzne podsystemy informatyczne, planowanie i nadzór działalności przedsiębiorstwa (PPC), obszary przygotowania produkcji i produkcyjne (CAD/CAPP/CAM)	1
Wy3	Podsystemy wytwarzania, cele i zadania integracji, połączenie niejednorodnych składników w całość w celu zwiększenia skuteczności sterowania przebiegiem produkcji w warunkach zakłóceń i zmiennych warunków wytwarzania	1
Wy4	Koncepcja komputerowo zintegrowanego wytwarzania, platformy integracji	1
Wy5	Przepływy danych między systemami CAD – CAM. Metody wspomagania zapisu konstrukcji i technologii określające zasady tworzenia zintegrowanego modelu wyrobu ujmującego jego cechy konstrukcyjne i technologiczne	1
Wy6	Architektura informacyjna zintegrowanego systemu wytwarzania, strategie informatyzacji, CIM, integracja technicznych i organizacyjnych funkcji, mających na celu sprawne wytworzenie produktu	2

Wy7	Integracja systemów CAX jako baza integracji systemów wytwarzania	1
Wy8	Projektowanie procesów technologicznych (CAPP) w systemach zintegrowanych	2
Wy9	Projektowanie zintegrowane i projektowanie współbieżne (concurrent engineering), rola w skróceniu czasu przygotowania produkcji, cechy wspólne, różnice	1
Wy10	Specyficzne cechy obróbek bezwiórowych w systemach CAD/CAM oraz CAPP, rola zewnętrznych systemów CAE oraz syatemów ekspertowych	2
Wy11	Produkcja liniowa i wsadowa, sposoby zapewnienia płynności produkcji, synchronizacja i bilansowanie produkcji, gniazda wytwórcze i elastyczne systemy wytwarzania.	1
Wy12	Zintegrowane programy CAD/CAM/CAE, projektowanie i nadzór nad cyklem życia produktu (PLM)	2
Wy13	Modele przedsiębiorstwa, wizualizacja przepływu informacji	2
Wy14	Integracja obszarów biznesowych i inżynierskich, problemy wymiany informacji różnego typu, rozwój systemów wymiany informacji o wyrobie, standard IS95	2
		Suma: 20

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. wykład problemowy  
N3. konsultacje  
N4. praca własna, przygotowanie do kolokwium

#### 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 PEK_K	kolokwium
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Griffin R. W., Podstawy zarządzania organizacjami, PWN, Warszawa 2007,  
Pająk E., Zarządzanie produkcją. Produkt, technologia, organizacja, PWN, Warszawa  
Lisowski E., tytuł: Automatyzacja i integracja zadań projektowania, Wydaw. PK, 2007  
E. Chlebus; Techniki komputerowe CAX w inżynierii produkcji. WNT 2000.  
Kasprzak T. (red.), Modele referencyjne w zarządzaniu procesami biznesu, Difin, Warszawa 2005,

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Hobbs, Chris. A practical approach to WBEM / CIM management / Boca Raton [etc.] : Auerbach, cop. 2004.  
Walsh R. A., tytuł: McGraw-Hill machining and metalworking handbook,  
McGraw-Hill, 2006  
Talavage, Joseph. Flexible manufacturing systems in practice : applications, design, and simulation / New  
York ; Basel : Marcel Dekker, 2010.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Adam Niechajowicz tel.: 40-49 email: adam.niechajowicz@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Zintegrowane systemy wytwarzania**

Name in English: **Integrated manufacturing systems**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042013**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2				

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Possess a knowledge on methods and technique of manufacture and industrial engineering
2. Able to design a process of manufacture by machining and chip-less methods
3. Possess a knowledge on CAD, CAM CAPP systems, able to use CAD/CAM programs

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Cognition of informatics systems of an enterprise and a sense of well-ordered flow of part information
- C2. Cognition of advanced, engineering techniques and tools allowing to resolve of problems, manufacturing system improvement and rules their integration
- C3. Cognition of informatics platforms used for manufacturing process integration

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - Able to define tasks of informatics subsystem for manufacturing processes by machining and chip-less methods

PEK\_W02 - Able to select of proper programs aiding of engineering, assuring information flow consistency

PEK\_W03 - Able to indicate sources of manufacture disturbances and efficient organizing of the process

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

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

PEK\_K01 - Know role of man in integrated manufacturing systems

PEK\_K02 - Able to team working

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Scale of production, sources of manufacture disturbances, importance of efficient process organization	1
Lec2	Activity fields of the enterprise and related specific informatics sub systems	1
Lec3	Subsystems of manufacturing, aims and task of integration, connection of inhomogeneous components as a whole for improvement of effectiveness of production course in disturbances and variable conditions of manufacture	1
Lec4	Conception of computer integrated manufacture, platforms of integration	1
Lec5	Data flow between CAD and CAM systems. Methods of aiding of design and technology records defined rules of integrated product model creation, comprising design and technological features	1
Lec6	Informatics architecture of integrated system of manufacture, informatics strategy, CIM, integration of technical and organizational features aiming efficient product manufacture	2
Lec7	Integration of CAX systems as base for integration systems of manufacture	1
Lec8	Process planning (CAPP) in the frame of integrated systems	2
Lec9	Integrated design and concurrent engineering, the role in manufacturing preparation time shortening, common features, differences	1
Lec10	Specific features of chip-less methods in CAD/CAM and CAPP systems, the role of external CAE systems and expert systems	2
Lec11	Linear and batch production, methods of production smoothness ensure, synchronization and balance of production, manufacturing nests and Flexible manufacturing systems	1
Lec12	Integrated CAD/CAM/CAE programs, designing and product live cycle management (PLM)	2
Lec13	Enterprise models, visualization of information flow	2

Lec14	Business and engineering areas integration, problems with exchange of different type of information, development of exchange information on product systems, standard IS95.	2
		Total hours: 20

TEACHING TOOLS USED	
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. problem lecture N3. tutorials N4. self study, preparation for colloquium	

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 PEK_K	colloquium
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u>  Griffin R. W., Management footing of organizations, PWN, Warszawa 2007.  Pająk E., Production managemet. Product, technology, organization., PWN, Warszawa  Lisowski E., Axiomatization and integration of designing tasksTech. PK publishing, Krakow, 2007  E. Chlebus; CAX computer techniques in engineering. WNT 2000.  Kasprzak T. (ed.), Reference models in business management, Difin, Warszawa 2005,</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u>  Hobbs, Chris. A practical approach to WBEM / CIM management / Boca Raton [etc.] : Auerbach, cop. 2004.  Walsh R. A., tytuł: McGraw-Hill machining and metalworking handbook, McGraw-Hill, 2006  Talavage, Joseph. Flexible manufacturing systems in practice : applications, design, and simulation / New York ; Basel : Marcel Dekker, 2010.</p>

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Adam Niechajowicz tel.: 40-49 email: adam.niechajowicz@pwr.edu.pl



## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Maszyny technologiczne**

Nazwa w języku angielskim: **Manufacturing machines**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042024**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2				

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

1. Ma ugruntowaną wiedzę w zakresie posługiwania się i komunikowania się z użyciem inżynierskiego zapisu konstrukcji.
2. Ma podstawową wiedzę w zakresie technik wytwarzania.
3. Ma ugruntowaną wiedzę w zakresie znajomości budowy obrabiarek i ich możliwości technologicznych.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie możliwości integracji maszyn technologicznych z zautomatyzowanymi systemami wytwórczymi.  
C2. Poznanie składników elastycznych rozwiązań stosowanych w zautomatyzowanym wytwarzaniu.  
C3. Poznanie strumieni przepływu przedmiotów obrabianych, narzędzi, cieczy obróbkowych i wiórów w elastycznie zautomatyzowanym wytwarzaniu.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma uporządkowaną wiedzę z budowy, cech techniczno-użytkowych, oprzyrządowania i możliwości technologicznych różnych typów maszyn wytwórczych; ma uporządkowaną wiedzę o elementach systemu wytwórczego oraz świadomość znaczenia wykorzystania tych systemów w procesie wytwarzania.

PEK\_W02 - Zna strukturę elastycznego systemu wytwórczego i potrafi scharakteryzować podstawowe jego składniki.

PEK\_W03 - Zna możliwości technologiczne systemu wytwórczego i potrafi zaproponować różne rozwiązania w obszarze automatyzacji tego systemu.

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Struktura funkcjonalna systemu wytwórczego.	2
Wy2	Przesłanki rozwoju elastycznej automatyzacji wytwarzania i koncepcje realizacyjne.	2
Wy3	Obrabiarki stosowane w elastycznych systemach wytwórczych (ESW).	2
Wy4	Urządzenia do usuwania zadziorów z przedmiotów obrabianych.	2
Wy5	Ciecze obróbkowe, usuwanie wiórów oraz mycie przedmiotów obrabianych.	2
Wy6	Gospodarka narzędziowa w ESW.	2
Wy7	Układ przedmiotowy w ESW.	2
Wy8	Systemy manipulacyjne, transportowe i magazynowe w ESW.	2
Wy9	Systemy informacyjne w ESW.	2
Wy10	Nadzór i diagnostyka pracy ESW.	2
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. prezentacja multimedialna

## 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	kolokwium zaliczeniowe
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

- Honczarenko J.: Elastyczna automatyzacja wytwarzania. WNT, Warszawa 2000.
- Krzyżanowski J.: Wprowadzenie do elastycznych systemów wytwórczych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- Kief H.B.: FFS-Handbuch, Carl Hanser Verlag 1998.
- Luggen W.W.: Flexible manufacturing cells and systems, Prentice-Hall, Inc. Engelwood Cliffs, NJ, 1991

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Wacław Skoczyński tel.: 26-39 email: [waclaw.skoczynski@pwr.edu.pl](mailto:waclaw.skoczynski@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Maszyny technologiczne**

Name in English: **Manufacturing machines**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042024**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20				
Number of hours of total student workload (CNPS)	30				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	1				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2				

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The student has an established knowledge in the area of use and communication using engineering drawing.
2. The student has a basic knowledge of manufacturing techniques.
3. The student has an established knowledge in the field of machine tools structure and their technological capabilities.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Getting to know with the possibilities of integration of technological machines with automated manufacturing systems.
- C2. Getting to know the components of flexible solutions applied in automated manufacturing.
- C3. Getting to know the flow streams of workpieces, tools, cutting fluids and chips in flexible automated manufacturing.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - The student has a systematic knowledge of the construction, technical and operational characteristics, instrumentation and technological capabilities of different types of machines manufacturing; has a systematic knowledge about the elements of the manufacturing system and awareness of the importance of using these systems in the manufacturing process.

PEK\_W02 - The student knows the structure of the flexible manufacturing system and can describe its main components.

PEK\_W03 - The student knows the functionalities of the manufacturing system and can propose different automation solutions for this system.

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

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

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	The functional structure of the manufacturing system.	2
Lec2	The conditions for the development of the flexible automation of manufacturing and its implementation concepts.	2
Lec3	Machine tools used in flexible manufacturing system (FMS).	2
Lec4	Devices for removing burrs from workpieces.	2
Lec5	Coolants, chips disposal and washing workpieces.	2
Lec6	Tool management system in FMS.	2
Lec7	Part management system in FMS.	2
Lec8	Handling, transport and storage systems in FMS.	2
Lec9	Information systems in FMS.	2
Lec10	The supervision and diagnosis of FMS operation.	2
		Total hours: 20

## TEACHING TOOLS USED

N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides  
N2. multimedia 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_W03	final test
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Honczarenko J.: Elastyczna automatyzacja wytwarzania. WNT, Warszawa 2000.</li> <li>Krzyżanowski J.: Wprowadzenie do elastycznych systemów wytwórczych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005</li> </ol> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Kief H.B.: FFS-Handbuch, Carl Hanser Verlag 1998.</li> <li>Luggen W.W.: Flexible manufacturing cells and systems, Prentice-Hall, Inc. Engelwood Cliffs, NJ, 1991</li> </ol>

SUBJECT SUPERVISOR
Prof. dr hab. inż. Waław Skoczyński tel.: 26-39 email: waław.skoczynski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Zarządzanie produkcją**

Nazwa w języku angielskim: **Production Management**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042026**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0.6				

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

1. Zna i rozumie istotę procesu zarządzania i podstawowych funkcji zarządzania.
2. Rozumie podstawowe pojęcia i prawa ekonomiczne oraz zjawiska gospodarcze i ich efekty.
3. Ma podstawową wiedzę na temat procesów wytwarzania.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie specyfiki zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym oraz procesami wytwórczymi.
- C2. Poznanie metod i technik zarządzania różnymi typami procesów wytwórczych.
- C3. Nabycie umiejętności z zakresu planowania, organizowania i sterowania procesami produkcyjnymi.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Rozróżnia i charakteryzuje różne typy systemów produkcyjnych.

PEK\_W02 - Umie zdefiniować pojęcia dotyczące procesów produkcyjnych i procesów technologicznych.

PEK\_W03 - Ma wiedzę na temat metod i technik zarządzania systemami produkcyjnym.

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Charakterystyka organizacji oraz systemów produkcyjnych.	1
Wy2	System wytwórczy, jego organizacja i składowe. Klasyfikacje procesów produkcyjnych.	1
Wy3	Typy i formy produkcji. Metody organizacji systemów produkcyjnych.	1
Wy4	Metody sterowania produkcją (systemy ssące, pchające i wyciskające).	2
Wy5	Charakterystyka wąskich gardeł w procesach wytwórczych.	1
Wy6	Metody zarządzania zapasami produkcyjnymi.	2
Wy7	Zasady planowania i harmonogramowania.	2
		Suma: 10

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. 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	Kolokwium
P = F1		



## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. Chlebus E.: "Techniki komputerowe CAX w inżynierii produkcji", Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000,
2. Durlik I.: "Inżynieria zarządzania : Cz. 1 i Cz.2", Wydawnictwo Placet, Warszawa 2007,
3. Liwowski B.: "Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją", Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2006

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Rogowski A.: "Podstawy organizacji i zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie", Wydawnictwa Fachowe CeDeWu, Warszawa 2010, 2. Burchart-Korol D.: "Zarządzanie produkcją i usługami", Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Jarosław Chrobot tel.: 20-66 email: [jaroslaw.chrobot@pwr.edu.pl](mailto:jaroslaw.chrobot@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Zarządzanie produkcją**

Name in English: **Production Management**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042026**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	0.6				

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

1. Knows and understands the nature of the management process and the basic functions of management.
2. Understands the basic concepts and basic economic rights and economic phenomena and their effects.
3. Possesses a basic knowledge of manufacturing processes.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Knowing the specifics of management of production and manufacturing processes.
- C2. Knowledge of methods and techniques for managing different types of manufacturing processes.
- C3. The acquisition of skills in planning, organizing and controlling of production processes.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Distinguishes and characterizes different types of production systems.

PEK\_W02 - Can define the concepts of production and technological processes.

PEK\_W03 - Has knowledge of the methods and techniques of production systems management.

### II. Relating to skills:

### III. Relating to social competences:

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Characteristics of manufacturing organizations and production systems.	1
Lec2	Manufacturing system, its organization and components. Classification of production processes.	1
Lec3	Types and forms of production. Methods of organization of production systems.	1
Lec4	Methods of manufacturing control systems (pull, push and squeeze).	2
Lec5	Characteristics of bottlenecks in manufacturing processes.	1
Lec6	Methods of manufacturing inventory management.	2
Lec7	Principles of planning and scheduling.	2
		Total hours: 10

## TEACHING TOOLS USED

N1. 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	Test
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

1. Chlebus E.: "Techniki komputerowe CAX w inżynierii produkcji", Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000,
2. Durlik I.: "Inżynieria zarządzania : Cz. 1 i Cz.2", Wydawnictwo Placet, Warszawa 2007,
3. Liwowski B.: "Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją", Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2006

### SECONDARY LITERATURE

1. Rogowski A.: "Podstawy organizacji i zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie", Wydawnictwa Fachowe CeDeWu, Warszawa 2010,
2. Burchart-Korol D.: "Zarządzanie produkcją i usługami", Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Jarosław Chrobot tel.: 20-66 email: [jaroslaw.chrobot@pwr.edu.pl](mailto:jaroslaw.chrobot@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Dynamika maszyn roboczych i pojazdów**

Nazwa w języku angielskim: **Dynamics of working machines and vehicles**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042103**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10	20	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30	30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2		1	1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1	1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2		0.7	0.7	

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

1. Ma podstawową wiedzę z mechaniki analitycznej, algebry liniowej i równań różniczkowych potwierdzoną zaliczeniem stosownych kursów na poziomie akademickim
2. Ma podstawową wiedzę o układach napędowych maszyn i pojazdów
3. Ma podstawową wiedzę z teorii ruchu pojazdów

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Ugruntowanie i poszerzenie wiedzy o zjawiskach dynamicznych zachodzących w maszynach roboczych i pojazdach
- C2. Nabycie umiejętności rozwiązywania problemów inżynierskich powiązanych z dynamiką maszyn roboczych i pojazdów
- C3. Nabycie nawyku dbałości o estetykę wykonywanych prac, w tym projektów i raportów oraz ugruntowanie świadomości absolwenta studiów drugiego stopnia, jako przyszłego lidera

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - posiada poszerzoną i ugruntowaną wiedzę z dynamiki układów o jednym stopniu swobody, wielu stopniach swobody i ciągłych

PEK\_W02 - posiada poszerzoną i ugruntowaną wiedzę z metod minimalizacji drgań oraz dynamiki maszyn roboczych

PEK\_W03 - posiada poszerzoną i ugruntowaną wiedzę z dynamiki pojazdów

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - potrafi zastosować odpowiednie metody obliczeniowe i stosowne programy komputerowe do analizy drgań oraz zjawisk dynamicznych w obiektach mechanicznych

PEK\_U02 - potrafi zgodnie z potrzebami kształtować i modyfikować właściwości dynamiczne maszyn roboczych i pojazdów

PEK\_U03 - potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty pozwalające na identyfikację wybranych własności dynamiczne różnych maszyn roboczych i pojazdów

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - ma poszerzone kompetencje w zakresie dbałości o estetykę wykonywanych prac, w tym projektów i raportów

PEK\_K02 - ma ugruntowaną świadomość absolwenta studiów drugiego stopnia, jako przyszłego lidera

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Dynamika mechanicznych układów liniowych o jednym stopniu swobody	2
Wy2	Dynamika mechanicznych układów liniowych o skończonej liczbie stopni swobody. Redukcja układów ciągłych do układów o kilku stopniach swobody	2
Wy3	Klasyczna i operacyjna analiza modalna	2
Wy4	Wybrane zagadnienia dynamiki układów nieliniowych	1
Wy5	Klasyczne metody wibroizolacji. Dynamiczne tłumiki drgań	2
Wy6	Opis wymuszeń stochastycznych od nierówności dróg	1
Wy7	Dynamika pionowa pojazdów	2
Wy8	Dynamika wzdłużna pojazdów	2

Wy9	Dynamika i drgania w układach napędowych pojazdów i maszyn roboczych	2
Wy10	Łagodzenie i tłumienie ruchów szkodliwych pojazdów	2
Wy11	Wybrane zagadnienia dynamiki dźwignic	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Eksperymentalne wyznaczanie momentów bezwładności maszyn i ich elementów	2
Lab2	Identyfikacja modelu dynamicznego dźwigara suwnicy przy użyciu klasycznej eksperymentalnej analizy modalnej	2
Lab3	Badanie zjawisk dynamicznych w układzie skrętu przegubowego pojazdu przemysłowego	2
Lab4	Badania właściwości dynamicznych pneumatycznego nieliniowego układu wibroizolacji	2
Lab5	Badania skuteczności wygaszania wahań podwieszonego ładunku poruszającej się suwnicy	2
		Suma: 10
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Analiza pracy zadanej dźwignicy oraz zapoznanie się z zaleceniami normowymi odnośnie obliczeń dynamicznych tego typu obiektów	2
Proj2	Budowa prostego modelu matematycznego pozwalającego na zgrubną analizę wybranych zjawisk dynamicznych zachodzących w czasie eksploatacji zadanej dźwignicy	2
Proj3	Budowa modelu symulacyjnego dźwignicy uwzględniającego między innymi podatność lin i sztywność kontaktu kół z szynami	2
Proj4	Badania symulacyjne wybranych zjawisk dynamicznych zachodzących w czasie eksploatacji suwnicy. Interpretacja uzyskanych wyników w świetle obowiązujących norm	2
Proj5	Badania symulacyjne wpływu modyfikacji zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych na dynamikę wirtualnej suwnicy	2
Proj6	Analiza budowy i warunków pracy zadanego kołowego pojazdu przemysłowego. Zapoznanie się z wybranymi wymaganiami normowymi powiązanymi z dynamiką tego typu obiektu	2
Proj7	Budowa prostego modelu matematycznego pozwalającego na zgrubną analizę wybranych zjawisk dynamicznych zachodzących w czasie eksploatacji zadanego pojazdu przemysłowego	2
Proj8	Budowa modelu symulacyjnego zadanego kołowego pojazdu przemysłowego	2
Proj9	Badania symulacyjne wybranych zjawisk i cech dynamicznych obiektu takich jak: wężykowanie, galopowanie czy stateczność dynamiczna	2
Proj10	Badania symulacyjne wpływu na dynamikę badanego pojazdu modyfikacji zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych	2
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. eksperyment laboratoryjny
- N2. praca własna - przygotowanie do projektu
- N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium
- N4. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
- N5. konsultacje

### 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	kolokwium
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_U03, PEK_K01÷PEK_K02	kartkówki - wejściówki oraz sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
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_U02÷PEK_U03, PEK_K01÷PEK_K02	ocena zbudowanych modeli oraz raportów z przeprowadzonych obliczeń i analiz
P = F1		



## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] Bereś W.: Dynamika pojazdów i maszyn roboczych ciężkich. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1983r.[2] Giergiel J.: Drgania Mechaniczne. Wydawnictwo AGH, Kraków 2000r.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] Uhl T.: Komputerowo wspomagana identyfikacja modeli konstrukcji mechanicznych. WNT, Warszawa 1997r.[2] Kaliski S.: Drgania i fale. PWN, Warszawa 1986r.[3] Randall R. B., Tech B.: Frequency Analysis. Brüel and Kjær 1987r.[4] Dudek D.: Elementy dynamiki maszyn górnictwa odkrywkowego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994r.[5] Dudziński Piotr: „Lenksysteme für Nutzfahrzeuge - Theorie und Praxis”, Springer 2005r.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Andrzej Kosiara tel.: 71 320-23-46 email: Andrzej.Kosiara@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Dynamika maszyn roboczych i pojazdów**

Name in English: **Dynamics of working machines and vehicles**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042103**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10	20	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30	30	
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade	Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points	2		1	1	
including number of ECTS points for practical (P) classes			1	1	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2		0.7	0.7	

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Has basic knowledge of analytical mechanics, linear algebra and differential equations confirmed by completion of relevant courses at university level
2. Has basic knowledge of drive systems for machinery and vehicles
3. Has basic knowledge of the theory of vehicle movement

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Consolidate and increase knowledge of the dynamic phenomena occurring in the working machines and vehicles
- C2. Acquire skills to solve engineering problems related to the dynamics of working machines and vehicles
- C3. To gain the habit of caring about the aesthetics of the work, including projects and reports, and consolidate the awareness of second-degree graduate, as a future leader

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - has consolidated and expanded knowledge of dynamics of systems with one degree of freedom, many degrees of freedom and continuous

PEK\_W02 - has expanded and consolidated knowledge of ways to minimize vibrations and the dynamics of working machines

PEK\_W03 - has expanded and consolidated knowledge of vehicle dynamics

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - is able to apply the appropriate computational methods and appropriate computer programs for vibration analysis and dynamic phenomena in mechanical devices

PEK\_U02 - is able to shape and modify the dynamic properties of working machines and vehicles according to the needs

PEK\_U03 - is able to plan and carry out experiments for identifying some dynamic properties of various working machines and vehicles

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - has expanded the competence in care about the aesthetics of the work, including projects and reports

PEK\_K02 - has consolidated the awareness of second-degree graduate, as a future leader

## PROGRAM CONTENT

PROGRAM CONTENT		
Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Dynamics of mechanical linear systems with one degree of freedom	2
Lec2	Dynamics of mechanical linear systems with finite amount of degrees of freedom. Reduction of continuous systems to systems with few degrees of freedom.	2
Lec3	Classical and operational modal analysis	2
Lec4	Nonlinear dynamics - selected issues	1
Lec5	Classical methods of vibration isolation. Tuned mass damper	2
Lec6	Stochastic description of road surfaces irregularities	1
Lec7	Vertical dynamics of vehicles	2
Lec8	Longitudinal vehicle dynamics	2
Lec9	Dynamics and vibration in powertrain systems of vehicles and working machines	2
Lec10	Mitigation and damping of noxious vehicle movements	2
Lec11	Selected problems the dynamics of cranes	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Experimental determination of the moments of inertia of machines and their components	2

Lab2	Identification of the dynamic model of crane girder with use of classical experimental modal analysis	2
Lab3	Testing of dynamic effects in the steering system of industrial vehicle	2
Lab4	Testing of a dynamic properties of pneumatic nonlinear vibroisolation system	2
Lab5	Testing of a effectiveness load sway damping system for overhead crane	2
		Total hours: 10
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Analysis of the work of a given crane and familiarization with a norms refer to dynamic calculations of this type of machines	2
Proj2	Building a simple mathematical model that allows approximate analysis of selected dynamic phenomena occurring during the operation of a given crane	2
Proj3	Building a crane simulation model that takes into account, inter alia, rope flexibility and stiffness of the rail-wheel contact	2
Proj4	Simulation studies of selected dynamic phenomena occurring during crane operation. Interpretation of the results with respect to current standards	2
Proj5	Simulation studies of the impact of applied solutions on dynamics of virtual crane	2
Proj6	Analysis of construction and operating conditions of given industrial wheeled vehicle. Familiarization with selected standards referring to the dynamics of this type of machines	2
Proj7	Building a simple mathematical model that allows approximate analysis of selected dynamic phenomena occurring during the operation given industrial vehicle	2
Proj8	Building the simulation model of given industrial wheeled vehicle	2
Proj9	Simulation studies of selected phenomena and dynamic characteristics of an object such as: snaking, angular oscillations and dynamic stability	2
Proj10	Simulation studies the impact on the dynamics of the test vehicle different structural changes	2
		Total hours: 20

TEACHING TOOLS USED	
N1. laboratory experiment N2. self study - preparation for project class N3. self study - preparation for laboratory class N4. traditional lecture with the use of transparencies and slides N5. tutorials	

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	test
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_U03, PEK_K01÷PEK_K02	short tests, laboratory reports
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_U02÷PEK_U03, PEK_K01÷PEK_K02	rating developed models and reports from the undertaken calculations and analysis
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

[1] Bereś W.: Dynamika pojazdów i maszyn roboczych ciężkich. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1983r.[2] Giergiel J.: Drgania Mechaniczne. Wydawnictwo AGH, Kraków 2000r.

### SECONDARY LITERATURE

[1] Uhl T.: Komputerowo wspomagana identyfikacja modeli konstrukcji mechanicznych. WNT, Warszawa 1997r.[2] Kaliski S.: Drgania i fale. PWN, Warszawa 1986r.[3] Randall R. B., Tech B.: Frequency Analysis. Brüel and Kjær 1987r.[4] Dudek D.: Elementy dynamiki maszyn górnictwa odkrywkowego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994r.[5] Dudziński Piotr: „Lenksysteme für Nutzfahrzeuge - Theorie und Praxis”, Springer 2005r.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Andrzej Kosiara tel.: 71 320-23-46 email: Andrzej.Kosiara@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Problemy smarowania i zużywania maszyn**

Nazwa w języku angielskim: **Lubrication and wear problems**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042105**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10		10		
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. Wiedza: 1. Ma uporządkowaną wiedzę na temat procesów fizycznych i fizykochemicznych zachodzących w węzłach tribologicznych. 2. Ma podstawową wiedzę w zakresie mechaniki ośrodków ciągłych, obejmującą podstawy mechaniki płynów i zagadnień przepływowych.
2. Umiejętności: 1. Ma umiejętności stosowania podstawowych praw mechaniki płynów w odniesieniu do przepływów cieczy oraz ich wykorzystania w technice.
3. Kompetencje społeczne: 1. Ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera mechanika, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje. 2. Potrafi myśleć w sposób przedsiębiorczy.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Zdobyć zaawansowanej wiedzy teoretycznej na temat zużycia tribologicznego i jego rodzajów.

C2. Szczegółowe zapoznanie się z rodzajami środków smarowych, ich właściwościami tribologicznymi i reologicznymi.

C3. Zdobyć umiejętności doboru rodzaju i ilości środka smarnego do smarowania węzłów tarcia oraz wiedzy na temat podstaw projektowania układów smarowniczych oraz aspektów środowiskowych smarowania zespołów maszynowych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma szczegółową wiedzę na temat zużycia tribologicznego materiałów stosowanych na węzły tarcia.

PEK\_W02 - Ma szczegółową wiedzę na temat środków smarowych, ich właściwości tribologicznych i reologicznych.

PEK\_W03 - Ma szczegółową wiedzę na temat sposobów smarowania olejami i smarami plastycznymi oraz podstawową wiedzę na temat projektowania instalacji smarowniczych.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi dobrać materiały na węzły tarcia.

PEK\_U02 - Potrafi dobrać rodzaj i ilość środka smarnego do smarowania węzłów tarcia.

PEK\_U03 - Potrafi zaprojektować prostą instalację smarowniczą oraz określić podstawowe parametry, które będą decydować o jej niezawodnym funkcjonowaniu.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi myśleć i działać kreatywnie.

PEK\_K02 - Potrafi obiektywnie oceniać argumenty, racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia z wykorzystaniem wiedzy uzyskanej na wykładzie i ćwiczeniach laboratoryjnych.

PEK\_K03 - Potrafi pracować, wyszukiwać informacje i krytycznie je analizować, zarówno samodzielnie jak i zespołowo.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Regulamin i organizacja zajęć, ramowy program kursu, warunki zaliczenia. Wprowadzenie do tematyki smarowania i zużycia w budowie i eksploatacji maszyn. Pojęcia adhezji, warstwy wierzchniej, swobodnej energii powierzchniowej. Praca adhezji.	2
Wy2	Podział i charakterystyka środków smarowych. Właściwości i zastosowanie środków smarowych. Badania tribologiczne środków smarowych (w tym m.in. smarność, stabilność mechaniczną, trwałość użytkową i stabilność termiczną).	2
Wy3	Podstawy reologii środków smarowych. Reometria kapilarna i rotacyjna. Badania reologiczne smarów plastycznych w warunkach przepływu ustalonego oraz z wykorzystaniem metod dynamiczno-oscylacyjnych. Lepkosprężystość liniowa.	2



Wy4	Sposoby smarowania. Dobór rodzaju i ilości środka smarnego do smarowania węzłów tarcia. Automatyzacja procesów smarowania. Budowa układów centralnego smarowania. Przykłady zastosowań układów centralnego smarowania w różnych gałęziach przemysłu. Podstawy projektowania układów smarowniczych.	2
Wy5	Zaliczenie przedmiotu. Kolokwium zaliczeniowe.	2
		Suma: 10
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Pomiar gęstości i lepkości olejów smarowych. Wyznaczanie wskaźnika lepkości olejów smarowych.	2
Lab2	Smarowanie łożysk ślizgowych. Wyznaczanie charakterystyki tarciowej poprzecznego łożyska ślizgowego. Ocena wpływu lepkości oleju na proces smarowania hydrodynamicznego.	2
Lab3	Pomiar stopnia penetracji smarów plastycznych i badanie właściwości reologicznych smarów plastycznych (sporządzanie krzywych płynięcia, wyznaczanie granicy płynięcia).	2
Lab4	Badania wpływu długości, średnic i kształtów przewodów o przekroju kołowym na spadek ciśnienia w smarach plastycznych.	2
Lab5	Badania wpływu materiału ścianki na formowanie się warstwy przyściennej smarów plastycznych w instalacjach smarowniczych.	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N3. konsultacje  
N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N5. eksperyment laboratoryjny

#### 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 PEK_K01 - PEK_K03	kolokwium, kartkówka
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_U03PEK_K01 - PEK_K03	wejściówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych, odpowiedzi ustne
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] Krawiec S. Kompozycje smarów plastycznych i stałych w procesie tarcia stalowych węzłów maszyn. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011. [2] Płaza S., Fizykochemia procesów tribologicznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1997. [3] Bartz W., J., Schmierfette, Renningen-Malmsheim, expert-Verlag, 2000. [4] Bartz W., J., Getriebe-schmierung. Ehningen bei Böblingen, expert-Verlag 1989. [5] Czarny R., Smary plastyczne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004. [6] Czarny R., Systemy centralnego smarowania maszyn i urządzeń. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000. [7] Wysocki M., Systemy smarownicze w przemyśle ciężkim. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1971. [8] Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych dostępne na stronie internetowej Zakładu Podstaw Konstrukcji Maszyn i Tribologii.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] Froishteter G. B, Trilisky K. K., Ishchuk Yu. L., Stupak P. M., Rheological and thermophysical properties of greases. Gordon & Breach Science Publishers, Londyn 1989. [2] Ishchuk Yu. L., Lubricating grease manufacturing technology. New Age International Limited Publishers, New Delhi 2005. [3] Ferguson J., Kembłowski R., Reologia stosowana płynów. Wydawnictwo Marcus, Łódź 1995. [4] Matras Z., Transport reologicznie złożonych cieczy nienewtonowskich w przewodach. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2001. [5] Garkunov D. N., Tribotechnika. Masinostroenie, Moskva 1985. [6] Kosteckij B. I., Trenie, smazka i iznos w masinach. Izdatelstvo Technika, Kiev 1970. [7] Lawrowski Z., Tribologia - tarcie, zużywanie i smarowanie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993. [8] Płaza S., Margielewski L., Celichowski G., Wstęp do tribologii i tribochemia. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2005.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Maciej Paszkowski tel.: 71 320-31-12 email: Maciej.Paszkowski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Problemy smarowania i zużywania maszyn**

Name in English: **Lubrication and wear problems**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042105**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10		10		
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. Knowledge: 1 It has a structured understanding of the physical and physicochemical processes occurring in the tribological nodes .2. It has a basic knowledge of the mechanics of continuous media, including the basics of fluid mechanics and flow issues.
2. Skills: 1 It has the ability to apply fundamental fluid mechanics for the fluid flow and its use in art.
3. Social competence: 1 Is aware of the importance and understanding of non-technical aspects and impacts of mechanical engineering, including its impact on the environment and the associated responsibility for their decyzje.  
2.Potrafi think in an entrepreneurial manner.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquire advanced theoretical knowledge of tribological wear and its type.  
 C2. Detailed understanding of the types of lubricants, their tribological properties and rheology.  
 C3. Gaining an ability to select the type and amount of lubricant to lubrication friction and knowledge of the fundamentals of circuit design and environmental aspects of lubrication lubrication assemblies.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

- PEK\_W01 - He has detailed knowledge of the tribological wear of materials used in the nodes of friction.  
 PEK\_W02 - He has detailed knowledge of lubricants, their tribological properties and rheology.  
 PEK\_W03 - He has detailed knowledge of the ways of lubricating oils and greases plastic and basic knowledge on lubrication system design.

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

- PEK\_U01 - He can select materials for friction nodes.  
 PEK\_U02 - He can choose the type and amount of lubricant to friction nodes.  
 PEK\_U03 - He can design a simple installation lubrication and define the basic parameters that will determine its reliable functioning.

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

- PEK\_K01 - He can think and act creatively.  
 PEK\_K02 - It can objectively evaluate the arguments rationally explain and justify their own point of view, using the knowledge gained during lectures and laboratory exercises.  
 PEK\_K03 - It can work, search for information and critically analyze them, both individually and collectively.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Terms and organization of classes, framework programs, the terms of credit. Introduction to lubrication and wear in the construction and operation of machinery. Terms: adhesion of the surface layer, the surface free energy. Work of adhesion.	2
Lec2	Types and characteristics of lubricants. Properties and application of lubricants. The testing of lubricants (including lubricity, mechanical stability, service life and thermal stability).	2
Lec3	Basic rheology of lubricants. Capillary and rotational rheometry. Rheological greases steady flow conditions and with the use of methods for dynamic oscillation. Linear viscoelasticity.	2
Lec4	Methods of lubrication. Selection of the type and amount of lubricant for the lubrication of friction. Process automation lubrication. Construction of central lubrication systems. Examples of applications for central lubrication systems in various industries. Basic design of lubrication.	2

Lec5	Final test.	2
		Total hours: 10
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Measurement of density and viscosity of lubricating oils. Determination of the viscosity index of lubricating oils.	2
Lab2	Lubrication of sliding bearings. Determination of the frictional characteristics of the cross slide bearing. Evaluation of the impact of oil viscosity on the process of hydrodynamic lubrication.	2
Lab3	Measuring the degree of penetration of lubricating greases and study the rheological properties of lubricating greases (compilation flow curves, determination of yield stress).	2
Lab4	Studies on impact of length, diameter and shape of circular pipe pressure drop in lubricants arts.	2
Lab5	Research on the influence of the wall material for the formation of a boundary layer greases in the lubricant.	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - self studies and preparation for examination N3. tutorials N4. self study - preparation for laboratory class N5. laboratory experiment		

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_W03PEK_K01 - PEK_K03	test, quiz
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_U03PEK_K01 - PEK_K03	quiz - entrance ticket, the report of the laboratory exercises, oral answer
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

[1] Krawiec S. Kompozycje smarów plastycznych i stałych w procesie tarcia stalowych węzłów maszyn. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011. [2] Płaza S., Fizykochemia procesów tribologicznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1997. [3] Bartz W., J., Schmierfette, Renningen-Malmsheim, expert-Verlag, 2000. [4] Bartz W., J., Getriebe-schmierung. Ehningen bei Böblingen, expert-Verlag 1989. [5] Czarny R., Smary plastyczne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004. [6] Czarny R., Systemy centralnego smarowania maszyn i urządzeń. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000. [7] Wysocki M., Systemy smarownicze w przemyśle ciężkim. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1971. [8] Laboratory manuals available on the website of the Department PKMiT.

### SECONDARY LITERATURE

[1] Froischteter G. B, Trilisky K. K., Ishchuk Yu. L., Stupak P. M., Rheological and thermophysical properties of greases. Gordon & Breach Science Publishers, Londyn 1989. [2] Ishchuk Yu. L., Lubricating grease manufacturing technology. New Age International Limited Publishers, New Delhi 2005. [3] Ferguson J., Kembłowski R., Reologia stosowana płynów. Wydawnictwo Marcus, Łódź 1995. [4] Matras Z., Transport reologicznie złożonych cieczy nienewtonowskich w przewodach. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2001. [5] Garkunov D. N., Tribotechnika. Masinostroenie, Moskva 1985. [6] Kosteckij B. I., Trenie, smazka i iznos w masinach. Izdatelstvo Technika, Kiev 1970. [7] Lawrowski Z., Tribologia - tarcie, zużywanie i smarowanie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993. [8] Płaza S., Margielewski L., Celichowski G., Wstęp do tribologii i tribochemia. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2005.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Maciej Paszkowski tel.: 71 320-31-12 email: Maciej.Paszkowski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Synteza układów mechanicznych**

Nazwa w języku angielskim: **SYNTHESIS OF MECHANICAL SYSTEMS**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042106**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10			10	
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. Podstawowa wiedza z analizy matematycznej oraz mechaniki klasycznej.
2. Podstawowa wiedza z zakresu teorii mechanizmów i maszyn.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Uzyskanie wiedzy pozwalającej na dobór optymalnego schematu strukturalnego układu mechanicznego, projektowanego dla wypełnienia określonych wymagań.
- C2. Umiejętność przeprowadzenia procesu syntezy geometrycznej wybranych mechanizmów dźwigniowych oraz krzywkowych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Wiedza o metodach zapisu struktury mechanizmów.

PEK\_W02 - Znajomość podstawowych metod syntezy strukturalnej mechanizmów oraz selekcji uzyskiwanych rozwiązań.

PEK\_W03 - Znajomość metod doboru wymiarów podstawowych wybranych grup mechanizmów.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi tworzyć zbiory schematów podstawowych oraz schematy kinematyczne układów mechanicznych.

PEK\_U02 - Potrafi przeprowadzić syntezę geometryczną wybranych grup mechanizmów dźwigniowych.

PEK\_U03 - Potrafi projektować mechanizmy krzywkowe.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Nabywa dbałości o estetykę wykonywanych prac, w tym projektów i raportów.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Formy zapisu struktur mechanizmów.	1
Wy2	Metody syntezy strukturalnej oraz tworzenie zbioru rozwiązań możliwych.	3
Wy3	Kryteria i wybór struktury optymalnej.	2
Wy4	Synteza geometryczna mechanizmów dźwigniowych.	2
Wy5	Projektowanie mechanizmów z parą wyższą.	2
		Suma: 10
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Metody zapisu układów kinematycznych (kartkówka i projekt).	2
Proj2	Synteza strukturalna – tworzenie zbioru możliwych rozwiązań strukturalnych (kartkówka).	2
Proj3	Synteza strukturalna - selekcja struktur i tworzenie schematów kinematycznych (projekt).	2
Proj4	Synteza geometryczna wybranych rozwiązań mechanizmów dźwigniowych (kartkówka i projekt).	2
Proj5	Projektowanie mechanizmów z parą wyższą (kartkówka i projekt).	2
		Suma: 10



## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład problemowy  
 N2. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
 N3. ćwiczenia problemowe  
 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 z egzaminu		

## 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_U03	oceny z kartkówek i projektów
P = średnia ocen z kartkówek i projektów		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. Miller S.: Układy kinematyczne. Podstawy projektowania. WNT 19872. Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wyd. PWr. 20033. Gronowicz A., Miller S.: Mechanizmy. Oficyna Wyd. PWr. 19964. Gronowicz A., Miller S., Twaróg W.: Teoria maszyn i mechanizmów. Zestaw problemów analizy i projektowania. Oficyna Wyd. PWr. 1999

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Bałchanowski J., Twaróg W.: Metoda syntezy strukturalnej mechanizmów równoległych. TMM. Wydawnictwo ATH Bielsko-Biała 2008, str. 377-384.2. Bałchanowski J., Twaróg W.: Synteza strukturalna przestrzennych mechanizmów równoległych. TMM. Wydawnictwo ATH Bielsko-Biała 2008, str. 385-392

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Sławomir Wudarczyk tel.: 71 320-27-10 email: Sławomir.Wudarczyk@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Synteza układów mechanicznych**

Name in English: **SYNTHESIS OF MECHANICAL SYSTEMS**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042106**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10			10	
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. Basic knowledge in mathematical analysis and classical mechanics.
2. Knowledge of fundamental the theory of mechanisms and machines.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquisition of knowledge allowed to choice of the optimal kinematic scheme of a mechanism - designed to fulfill the specified requirements.
- C2. Skill in geometrical synthesis of chosen linkages and cam mechanisms.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Knowledge of forms of mechanisms' structure notation.

PEK\_W02 - Knowledge of fundamental methods of type synthesis of kinematic systems.

PEK\_W03 - Knowledge of fundamental methods of geometrical synthesis of kinematic systems.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Student is able to create set of mechanism schemes.

PEK\_U02 - Student is able to carry out geometrical synthesis of linkage mechanism.

PEK\_U03 - Student is able to design cam mechanisms.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Purchasing care about the aesthetics of the work, including projects and reports.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Forms of mechanisms' structure notation.	1
Lec2	Methods of type synthesis, set of possible solutions creation.	3
Lec3	Criteria and selection of optimal structure solution.	2
Lec4	Methods of dimensional synthesis of linkages mechanisms.	2
Lec5	Synthesis of mechanisms with higher pairs.	2
		Total hours: 10
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Methods of notation of topology (test and project).	2
Proj2	Type synthesis. Making of possible sets of the solutions (test).	2
Proj3	Type synthesis cont. Selection for optimal solution (project).	2
Proj4	Dimensional synthesis of linkages mechanisms (test and project).	2
Proj5	Synthesis of mechanisms with higher pairs.	2
		Total hours: 10

## TEACHING TOOLS USED

- N1. problem lecture
- N2. traditional lecture with the use of transparencies and slides
- N3. problem exercises
- 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 = ocena z egzaminu		

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_U03	tests, project discussion
P = średnia ocen z kartkówek i projektów		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE	
<u>PRIMARY LITERATURE</u>  <u>SECONDARY LITERATURE</u>	

SUBJECT SUPERVISOR	
dr inż. Sławomir Wudarczyk tel.: 71 320-27-10 email: Slawomir.Wudarczyk@pwr.edu.pl	

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Praca przejściowa**

Nazwa w języku angielskim: **Pre-final project**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042108**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				60	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS				2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				2.8	

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

1. Ma wiedzę z zakresu podstaw konstruowania typowych węzłów i części maszyn
2. Potrafi przeprowadzać obliczenia wytrzymałościowe elementów maszyn
3. Potrafi przeprowadzić analizę kinematyczną podstawowych mechanizmów maszyn i urządzeń

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie z zasadami konstruowania maszyn i urządzeń, jak i dowolnych węzłów konstrukcyjnych
- C2. Nabycie umiejętności definiowania i analizy obciążeń (warunków pracy), jakim poddawany jest ustrój maszyny lub urządzenia
- C3. Nabycie umiejętności wykonania projektu konstrukcyjnego

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi wykonać projekt konstrukcyjny złożonego ustroju maszyny lub urządzenia

PEK\_U02 - Potrafi poprawnie sformułować warunki kinetyczne i kinematyczne, jakim poddawany jest zespół maszyny lub urządzenia

PEK\_U03 - Potrafi przeprowadzić optymalizację złożonych zespołów maszyn i urządzeń

### 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 – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Przedstawienie celu i zakresu pracy przejściowej, podanie propozycji tematów prac konstrukcyjnych	3
Proj2	Analiza istniejących rozwiązań konstrukcyjnych (prezentacja multimedialna)	3
Proj3	Analiza koncepcji rozwiązania zagadnienia konstrukcyjnego i przyjęcie wstępnej postaci konstrukcyjnej	3
Proj4	Analiza doboru materiałów na poszczególne elementy projektowanego zespołu (urządzenia, maszyny)	3
Proj5	Określenie obciążeń działających na cały zespół i poszczególne człony w różnych konfiguracjach (analiza kinematyczna)	3
Proj6	Obliczenia wymiarów przekrojów na podstawie wzorów analitycznych i/lub metod komputerowych	6
Proj7	Sprawdzenie wytrzymałości zastosowanych połączeń (spoin, połączeń śrubowych, sworzniowych itp.)	6
Proj8	Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej projektu (rysunek złożeniowy i rysunki wykonawcze)	3
		Suma: 30

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. praca własna - przygotowanie do projektu

N2. prezentacja multimedialna

N3. prezentacja projektu

N4. konsultacje

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_K03	Ocena za wykonanie projektu
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>Podstawy konstrukcji maszyn pod red. Marka Dietricha, T. 1÷3, WNT Warszawa 2006</p> <p>Kurmaz L. W., Kurmaz O. L., Projektowanie węzłów i części maszyn, Wyd. PŚw, Kielce 2006</p> <p>Kurmaz L. W., Kurmaz O. L., Podstawy konstruowania węzłów i części maszyn. Podręcznik konstruowania, Wyd. PŚw, Kielce 2011</p> <p>Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003</p> <p>Ferenc K., Ferenc J.Ł. Konstrukcje spawane, WNT, Warszawa 2000</p> <p>Rusiński E.: Zasady projektowania konstrukcji nośnych pojazdów samochodowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <p>Piątkiewicz A., Sobolski R., Dźwignice, WNT, Warszawa 1977</p> <p>Pieczonka K.: Inżynieria maszyn roboczych. Cz. 1. Podstawy urabiania, jazdy, podnoszenia i obrotu, Oficyna Wyd. PW, Wrocław 2007</p> <p>Maszyny budowlane, Charakterystyki i zastosowanie, praca zbiorowa pod kier. prof. I. Bracha, Arkady, Warszawa 1974</p> <p>PN-B-03200:1990-Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie</p> <p>PN-ISO 8686-1:1999 Dźwignice. Zasady obliczania i kojarzenia obciążeń. Postanowienia ogólne</p> <p>PN-EN 1993-1-1:2006. Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr hab. inż. Jerzy Czmochoński tel.: 71 320 42 84 email: jerzy.czmochoński@pwr.edu.pl



## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Praca przejściowa**

Name in English: **Pre-final project**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042108**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)				30	
Number of hours of total student workload (CNPS)				60	
Form of crediting				Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points				2	
including number of ECTS points for practical (P) classes				2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes				2.8	

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

1. He has knowledge of the basics of constructing typical nodes and machine parts
2. Can perform strength calculations of machine elements
3. Can perform a kinematic analysis of basic machinery and equipment

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Familiarization with the principles of constructing machinery and equipment, as well as any structural nodes
- C2. Acquire the ability to define and analyze the load (working conditions) of a machine or machine
- C3. Acquiring the skills of a structural design

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

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

PEK\_U01 - He can do the structural design of the complex system of a machine or device

PEK\_U02 - It can correctly formulate the kinetic and kinematic conditions that a machine or machine assembly is subjected to

PEK\_U03 - Able to optimize complex assemblies of machines and equipment

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

PEK\_K01 - Acquires the ability to take responsibility for the work done

PEK\_K02 - Think and act in a creative way

PEK\_K03 - Acquires the skill of teamwork

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Presentation of the purpose and scope of the transitional work, the proposal of the topics of construction work	3
Proj2	Analysis of existing construction solutions (multimedia presentation)	3
Proj3	Analysis of the concept of solving the construction problem and acceptance of the initial constructional form	3
Proj4	Analysis of the selection of materials for particular elements of the project team (machines, machines)	3
Proj5	Determination of the load acting on the whole team and individual members in different configurations (kinematic analysis)	3
Proj6	Calculation of section dimensions based on analytical formulas and / or computer methods	6
Proj7	Verification of the strength of the joints used (welds, screw joints, bolts, etc.)	6
Proj8	Development of design documentation (assembly drawing and executive drawings)	3
		Total hours: 30

## TEACHING TOOLS USED

N1. self study - preparation for project class

N2. multimedia presentation

N3. project presentation

N4. tutorials

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_K03	The rating for the execution of the project
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <p>Basics of machine construction (in Polish) pod red. Marka Dietricha, T. 1÷3, WNT Warszawa 2006</p> <p>Kurmaz L. W., Kurmaz O. L., Design of nodes and machine parts (in Polish), Wyd. PŚw, Kielce 2006</p> <p>Kurmaz L. W., Kurmaz O. L., Constructing the base nodes and machine parts. Construction manual (in Polish), Wyd. PŚw, Kielce 2011</p> <p>Gronowicz A.: Principles of kinematic systems analysis (in Polish). Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003</p> <p>Ferenc K., Ferenc J.Ł. Welded constructions (in Polish), WNT, Warszawa 2000</p> <p>Rusiński E.: Principles of design of load bearing structures of motor vehicles (in Polish), Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <p>Piątkiewicz A., Sobolski R., Cranes (in Polish), WNT, Warszawa 1977</p> <p>Pieczonka K.: Engineering of work machines. Vol. 1. Fundamentals of mining, driving, lifting and turning (in Polish), Oficyna Wyd. PWR, Wrocław 2007</p> <p>Construction machinery, Characteristics and application (in Polish), praca zbiorowa pod kier. prof. I. Bracha, Arkady, Warszawa 1974</p> <p>ISO 8686-1:1999 Cranes. Principles of calculating and associating loads. General provisions (in Polish)</p> <p>EN 1993-1-1:2006. Eurokod 3: Design of steel structures</p>

SUBJECT SUPERVISOR
dr hab. inż. Jerzy Czmochoński tel.: 71 320 42 84 email: jerzy.czmochoński@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Seminarium dyplomowe**

Nazwa w języku angielskim: **Diploma Seminar**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042116**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					20
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					30
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS					1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					

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

1. Przekrojowa znajomość zagadnień z przebiegu studiów I i II stopnia.

### CELE PRZEDMIOTU

C1. Uzyskanie umiejętności prezentowania pracy dyplomowej.

C2. Uzyskanie umiejętności prowadzenia dyskusji na temat węzłowych zagadnień z zakresu studiów I i II stopnia.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### **I. Z zakresu wiedzy:**

### **II. Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 - Student powinien umieć prowadzić merytoryczną dyskusję na temat pracy dyplomowej oraz węzłowych zagadnień z zakresu studiów I i II stopnia.

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 - Student rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Seminarium		Liczba godzin
Sem1	Wprowadzenie, omówienie struktury i sposobu redagowania pracy dyplomowej.	2
Sem2	Dyskusja wstępna na temat prac dyplomowych.	2
Sem3	Powtórka materiału, analiza podstawowych pytań egzaminacyjnych i sposób prowadzenia dyskusji w trakcie egzaminu dyplomowego - pytania z dziedzin podstawowych.	2
Sem4	Powtórka materiału, analiza podstawowych pytań egzaminacyjnych i sposób prowadzenia dyskusji w trakcie egzaminu dyplomowego - pytania z zakresu konstrukcji.	2
Sem5	Powtórka materiału, analiza podstawowych pytań egzaminacyjnych i sposób prowadzenia dyskusji w trakcie egzaminu dyplomowego - pytania z zakresu technologii.	2
Sem6	Prezentacja stopnia zaawansowania prac dyplomowych.	8
Sem7	Podsumowanie seminarium.	2
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. dyskusja problemowa

N2. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

N3. prezentacja multimedialna

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Seminarium)

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, K01	udział w dyskusjach problemowych
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

Faculty of Mechanical Engineering

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Seminarium dyplomowe**

Name in English: **Diploma Seminar**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042116**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					20
Number of hours of total student workload (CNPS)					30
Form of crediting					Crediting with grade
Group of courses					
Number of ECTS points					1
including number of ECTS points for practical (P) classes					1
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes					

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Cross-sectional knowledge on the problems taught in the I and II degree of the studies.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To acquire the skill of presenting the diploma work.
- C2. To acquire the skill of discussing the fundamental problems learnt in the I and II degree of the studies.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

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

PEK\_U01 - The student is supposed to have the skill of discussing the problems presented in their diploma work as well as the fundamental problems learnt in the I and II degree of the studies.

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

PEK\_K01 - The student understands the need for continuing their education process and knows the educational possibilities

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Seminar		Number of hours
Sem1	Introduction, discussion of the structure and the way of editing the diploma work.	2
Sem2	Introductory discussion on the diploma works.	2
Sem3	Revision, analysis of the basic exam questions and the way of conducting the discussion during the diploma examination – questions from the fundamental areas.	2
Sem4	Revision, analysis of the basic exam questions and the way of conducting the discussion during the diploma examination – questions from the design area.	2
Sem5	Revision, analysis of the basic exam questions and the way of conducting the discussion during the diploma examination – questions from the technology area.	2
Sem6	Presentation of the students' work effects.	8
Sem7	Summary.	2
		Total hours: 20

## TEACHING TOOLS USED

N1. problem discussion  
 N2. self study - self studies and preparation for examination  
 N3. multimedia presentation



EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Seminar)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01, PEK, K01	Problem discussion
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE</u>
<u>SECONDARY LITERATURE</u>

SUBJECT SUPERVISOR
dr hab. inż. Jerzy Czmochowski tel.: 71 320 42 84 email: jerzy.czmochowski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Aspekty bezpieczeństwa w modelowaniu obciążeń pojazdów**

Nazwa w języku angielskim: **Numerical Simulations of Vehicle Construction loads in aspect safety**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042120**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20			10	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			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. Znajomość rachunku różniczkowego
2. Umiejętność samodzielnej pracy z komputerem
3. Świadomość konieczności samodzielnego pozyskania informacji dotyczących modelowanego obiektu

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Pojęcie możliwości obliczania pól: prędkości, ciśnienia i temperatury w oparciu o prawa zasad zachowania (masy, energii i pędu) aplikowane z użyciem Metody Objętości Skończonych do zagadnień inżynierskiej oceny aspektów bezpieczeństwa w obciążeniach pojazdów.

C2. Poznanie aspektów bezpieczeństwa, możliwości ich uwzględnienia podczas modelowania obciążeń oddziałujących na pojazd samochodowy lub jego elementy.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma wiedzę na temat Metody Objętości Skończonych w stopniu umożliwiającym objaśnienie możliwości aplikacji postaci całkowitej równań zasad zachowania (masy, energii i pędu) do wybranego aspektu bezpieczeństwa w obciążeniu elementu pojazdu.

PEK\_W02 - Umie zdefiniować wytyczne na temat uwzględnienia aspektów bezpieczeństwa w kształtowaniu elementów pojazdów pod względem obciążeń.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi formułować warunki wejściowe do symulacji wybranego przepływu dla pojazdu samochodowego lub jego elementów.

PEK\_U02 - Umie analizować wyniki symulacji celem określenia miejsc niebezpiecznych pod względem obciążenia.

PEK\_U03 - Na podstawie własnej analizy jest w stanie zaprojektować wybrane elementy pojazdów samochodowych.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Rozumie potrzebę i ma możliwość ciągłego doskonalenia się szczególnie z zakresu oprogramowania komputerowego

PEK\_K02 - Docenia konieczność podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do systemów obliczeniowych - definicja pojęć	2
Wy2	Uogólnione równanie transportu - przedstawienie zasad zachowania: masy, energii i pędu (postać całkowita)	4
Wy3	Metoda Objętości Skończonych - przedstawienie schematów obliczeniowych (jawny, niejawny, Cranka-Nicolsona)	2
Wy4	Metoda Objętości Skończonych - Stosowane modele turbulencji	4
Wy5	Metoda Objętości Skończonych - stosowane rozwiązania rachunku macierzowego	2
Wy6	Typy warunków brzegowych - podstawy matematyczno-fizyczne	2
Wy7	Post-processing - Analiza pola prędkości i ciśnienia	2
Wy8	Post-processing - Analiza pola temperatury	2

		Suma: 20
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Rejestracja użytkowników kont, wybór tematu projektu, wprowadzenie użytkowników do "Interface" programu.	2
Proj2	Budowa geometrii	2
Proj3	Dyskretyzacja przestrzeni obliczeniowej	2
Proj4	Zdefiniowanie modelu numerycznego, warunków brzegowych i warunku początkowego	2
Proj5	Przeprowadzenie obliczeń, wizualizacja wyników, redakcja raportu	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. prezentacja multimedialna
- N2. system obliczeniowy ANSYS Fluent
- N3. praca własna - przygotowanie do projektu
- N4. przygotowanie sprawozdania

#### 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	kolokwium
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	raport
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Janina Jankowska, Michał Jankowski, Metody numeryczne, tom 1, Wydawnictwo Naukowo Techniczne (WNT), Warszawa, 1981.

Kwaśniewski S., Sroka Z., Zabłocki W, Modelowanie obciążeń cieplnych elementów silników spalinowych, Oficyna Wyd. PWr, rok 1999

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Szargut J, Modelowanie numeryczne pól temperatury WNT Warszawa, 1992

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Marcin Tkaczyk tel.: 71 347-79-18 email: Marcin.Tkaczyk@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Aspekty bezpieczeństwa w modelowaniu obciążeń pojazdów**

Name in English: **Numerical Simulations of Vehicle Construction loads in aspect safety**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042120**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20			10	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	Crediting with grade			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 of differential calculus
2. Ability to work with a computer independently
3. Awareness of the need to independently obtain information about the modeled object

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. The concept of calculating the fields: speed, pressure and temperature based on the laws of conservation principles (mass, energy and momentum) applied with the use of the Finite Volume Method for engineering assessment of safety aspects in vehicle loads.

C2. Understanding the aspects of safety, the possibility of taking them into account when modeling loads affecting a motor vehicle or its components.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Has knowledge of the Finite Volume Method to the extent that allows explanation of the possibility of applying the integral form of equations of conservation principles (mass, energy and momentum) to a selected aspect of safety in the load of a vehicle element.

PEK\_W02 - Is able to define guidelines on including safety aspects in shaping vehicle components in terms of loads.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Is able to formulate input conditions to simulate the selected flow for a motor vehicle or its elements.

PEK\_U02 - Is able to analyze the simulation results in order to determine dangerous places in terms of load.

PEK\_U03 - Based on its own analysis, it is able to design selected elements of motor vehicles.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Understands the need and has the ability to continually improve their skills especially in the field of computer software

PEK\_K02 - Appreciates the need to improve professional, personal and social competences

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to computing systems - definition of terms	2
Lec2	Generalized transport equation - presentation of the principles of conservation: mass, energy and momentum (integer form)	4
Lec3	Finite Volume Method - presentation of calculation schemes (explicit, implicit, Crank-Nicolson)	2
Lec4	Finite Volume Method - Turbulence models used	4
Lec5	Finite Volume Method - matrix calculus solutions used	2
Lec6	Types of boundary conditions - mathematical and physical foundations	2
Lec7	Post-processing - Speed and pressure field analysis	2
Lec8	Post-processing - Analysis of the temperature field	2
		Total hours: 20
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Registration of account users, selection of project theme, introduction of users to the "Interface" of the program.	2
Proj2	Construction of geometry	2
Proj3	Mesh	2
Proj4	Defining the numerical model, boundary conditions and initial condition	2
Proj5	Carrying out calculations, visualization of results, editing the report	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. multimedia presentation N2. Ansys fluent systems N3. self study - preparation for project class N4. report preparation		

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	test
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	report
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE</u> H.C. Landa, The Automotive Aerodynamics Handbook Stone, Internal Combustion Engines  <u>SECONDARY LITERATURE</u> T. Yomi Obidi, Theory and Applications of Aerodynamics for Ground Vehicles		



SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Marcin Tkaczyk tel.: 71 347-79-18 email: Marcin.Tkaczyk@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Ekologia silników spalinowych i pojazdów**

Nazwa w języku angielskim: **Ecology of internal combustion engines and vehicles**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042122**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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 silników spalinowych i budowy pojazdów zgodna, odpowiednio, z przedmiotami Silniki Spalinowe oraz Budowa Pojazdów realizowanymi na I stopniu MiBM Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej
2. umiejętność samodzielnego wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych, szczególnie w aspekcie samodzielnego opracowywania wyników badań laboratoryjnych
3. świadomość konieczności pracy grupowej i umiejętność jej realizacji z przyjęciem różnych ról w grupie

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. w oparciu o prawa termodynamiki poznanie i zrozumienie powstawania substancji toksycznych w wyniku realizacji procesów spalania, jako głównego źródła ich emisji w pojazdach samochodowych
- C2. pogłębienie wiedzy z zakresu budowy układów silnika spalinowego w aspekcie ekologicznym zapobiegania nadmiernej emisji związków toksycznych do otoczenia pojazdu
- C3. opanowanie wiedzy z zakresu doboru źródła napędu do pojazdu, w tym zagadnienia zmniejszania pojemności skokowej silników spalinowych (tzw. downsizing) celem obniżenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - opisuje energochłonność ruchu pojazdów, związane z nią zużycie paliwa oraz tłumaczy pojęcie bilansu ekologicznego pojazdu

PEK\_W02 - definiuje i opisuje poszczególne układy silnika spalinowego i pojazdu, których odpowiednia konstrukcja stwarza możliwości zmniejszenia emisji toksycznych substancji do otoczenia

PEK\_W03 - zna i wymienia sposoby zmniejszenia pojemności skokowej silników (tzw. downsizingu), których celem jest obniżenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery z jednoczesnym zachowaniem odpowiednich właściwości trakcyjnych pojazdów

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - potrafi wykonać badania wybranych układów silnika spalinowego w aspekcie zawartości w spalinach toksycznych składników spalin

PEK\_U02 - analizuje wyniki prowadzonych badań wykonywanych w ramach zajęć laboratoryjnych

PEK\_U03 - oblicza i prawidłowo interpretuje otrzymane wyniki badań laboratoryjnych, w szczególności emisji toksycznych składników spalin

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się, zwłaszcza podnosząc swą wiedzę z ekologii silników spalinowych i pojazdów (studia III stopnia, studia podyplomowe, kursy)

PEK\_K02 - ma świadomość ważności, odpowiedzialności i skutków działalności inżyniera kierunku mechanika i budowa maszyn w aspekcie odpowiedzialności za stan środowiska naturalnego, wynikający z właściwej eksploatacji pojazdów

PEK\_K03 - docenia konieczność podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych, w tym zagadnień związanych z ekologią pojazdów i silników spalinowych, zwłaszcza w aspekcie kierowania zespołami ludzkimi

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Energochłonność ruchu pojazdu. Zużycie paliw i emisje składników toksycznych przez współczesne pojazdy samochodowe. Bilans ekologiczny pojazdu samochodowego	2
Wy2	Ekologiczny aspekt konstruowania tłoków i sworzni tłokowych współczesnych silników spalinowych. Dezaksacja sworzni tłokowych w celu zmniejszenia zużycia oleju smarującego	2

Wy3	Ekologiczny aspekt konstruowania pierścieni tłokowych współczesnych silników spalinowych. Zużycie oleju smarującego i jego spalanie	2
Wy4	Ekologiczny aspekt konstruowania korbowodów i wałów korbowych współczesnych silników spalinowych. Dobór technologii ich wytwarzania w aspekcie zmniejszenia emisji dwutlenku węgla	2
Wy5	Ekologiczny układ tankowania i przechowywania paliwa we współczesnym pojeździe samochodowym	2
Wy6	Konstruowanie układów zasilania silników o zapłonie iskrowym pod kątem zmniejszenia emisji dwutlenku węgla przez pojazdy samochodowe	2
Wy7	Konstruowanie układów zasilania silników o zapłonie samoczynnym pod kątem zmniejszenia emisji dwutlenku węgla przez pojazdy samochodowe	2
Wy8	Ekologiczny aspekt konstruowania układów rozrządu współczesnych silników spalinowych w celu zmniejszenia emisji dwutlenku węgla	2
Wy9	Ekologiczny aspekt konstruowania układów chłodzenia i smarowania współczesnych silników spalinowych w celu zmniejszenia zużycia oleju smarującego i płynu chłodzącego w efekcie stosowania nowych materiałów i technologii warstw wierzchnich	2
Wy10	Doładowanie silników spalinowych i w efekcie zmniejszenie ich pojemności skokowej z zachowaniem odpowiednich właściwości trakcyjnych silników spalinowych i wykorzystaniem w tym celu technologii omówionych układów silników spalinowych i pojazdu	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wykonanie charakterystyk obciążeniowych i zewnętrznej silnika spalinowego	2
Lab2	Sporządzenie charakterystyki uniwersalnej na podstawie ćwiczenia laboratoryjnego numer 1 z określeniem emisji dwutlenku węgla do atmosfery	2
Lab3	Badania współczynnika napętnienia silnika spalinowego	2
Lab4	Obliczenia współczynnika napętnienia cylindra na podstawie ćwiczenia laboratoryjnego numer 3 z obliczeniem składu mieszanki paliwowo - powietrznej, w aspekcie określenia składu spalin; mieszanka uboga, bogata	2
Lab5	Badanie zawartości niespalonych węglowodorów, tlenków azotu, dwutlenku i tlenku węgla oraz zadymienia spalin silnika spalinowego, w trakcie realizacji wybranej charakterystyki obciążeniowej	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. prezentacja multimedialna
- N2. eksperyment laboratoryjny
- N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium
- N4. przygotowanie sprawozdania
- N5. konsultacje

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	kolokwium zaliczeniowe
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	kartkówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	kartkówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F3	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	kartkówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F4	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	kartkówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
P = (F1+F2+F3+F4)/4		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kaźmierczak A. i inni, Silniki pojazdów samochodowych, wydawnictwo: REA Warszawa, rok: 2010.</li> <li>2. Sitnik L., Ekopaliwa silnikowe, Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław 2004</li> <li>3. Kowalewicz A., Wybrane zagadnienia samochodowych silników spalinowych, wydawnictwo: WSI Radom, rok: 2000.</li> <li>4. Drozd Cz., Sroka Z.J. Silniki spalinowe laboratorium. Oficyna wydawnicza PWR, skrypt PWR. Wrocław 1996.</li> </ol> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kowalewicz A., Podstawy procesów spalania, wydawnictwo: WNT Warszawa, rok: 2000.</li> <li>2. Kozaczewski W., Konstrukcja grupy tłokowo - cylindrowej silników spalinowych, wydawnictwo: WKŁ Warszawa, rok: 2004.</li> </ol>

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Maria Skrętowicz email: [maria.skrutowicz@pwr.edu.pl](mailto:maria.skrutowicz@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Ekologia silników spalinowych i pojazdów**

Name in English: **Ecology of internal combustion engines and vehicles**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042122**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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 internal combustion engines and vehicle construction compatible with, respectively, Engine and Diesel engines implemented at the 1st stage of the MiBM of the Faculty of Mechanical Engineering at the Wrocław University of Technology
2. ability to independently perform laboratory exercises, especially in the aspect of independent development of laboratory test results
3. awareness of the need for group work and the ability to implement it with the adoption of different roles in the group

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. based on laws of thermodynamics, understanding and understanding the formation of toxic substances as a result of combustion processes as the main source of their emission in motor vehicles
- C2. deepening knowledge of the construction of the internal combustion engine systems in the ecological aspect of preventing excessive emission of toxic compounds to the environment of the vehicle
- C3. mastering knowledge in the selection of the source of propulsion for the vehicle, including the issue of reducing the displacement of internal combustion engines (so-called downsizing) to reduce the emission of carbon dioxide into the atmosphere

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - describes the energy consumption of vehicle traffic, related fuel consumption and explains the concept of the ecological balance of a vehicle

PEK\_W02 - it defines and describes individual systems of an internal combustion engine and a vehicle, the appropriate construction of which makes it possible to reduce the emission of toxic substances to the environment

PEK\_W03 - knows and lists ways to reduce the displacement of engines (so-called downsizing), which aim is to reduce the emission of carbon dioxide to the atmosphere while maintaining the appropriate traction properties of vehicles

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - can perform tests of selected systems of the internal combustion engine in the aspect of the content of toxic exhaust components in the exhaust gas

PEK\_U02 - analyzes the results of tests carried out as part of laboratory classes

PEK\_U03 - calculates and correctly interpretes the results of laboratory tests, in particular the emission of toxic exhaust components

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - understands the need and knows the possibilities of continuous training, especially raising their knowledge of the ecology of internal combustion engines and vehicles (third degree studies, postgraduate studies, courses)

PEK\_K02 - is aware of the importance, responsibility and impact of the engineer's activity in the field of mechanics and machine construction in the aspect of responsibility for the state of the natural environment, resulting from the proper use of vehicles

PEK\_K03 - appreciates the need to raise professional, personal and social competences, including issues related to the ecology of vehicles and internal combustion engines, especially in the aspect of managing human beings

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Energy consumption of vehicle movement. Fuel consumption and toxic components emissions by modern motor vehicles. Ecological balance of a motor vehicle	2



Lec2	Ecological aspect of the construction of pistons and piston pins of modern internal combustion engines. De-piston pin stop to reduce lubricant oil consumption	2
Lec3	Ecological aspect of constructing piston rings of modern internal combustion engines. Lubricating oil consumption and its combustion	2
Lec4	Ecological aspect of the connecting rod and the crankshaft construction of modern internal combustion engines. Selection of manufacturing technology in the aspect of reducing carbon dioxide emissions during their production	2
Lec5	The ecological fuel storage and refueling system of the fuel tank in a modern car	2
Lec6	Constructing power systems for spark-ignition engines to reduce carbon dioxide emissions from motor vehicles	2
Lec7	Constructing power systems for self-ignition engines to reduce carbon dioxide emissions from motor vehicles	2
Lec8	An ecological aspect of constructing timing systems of modern internal combustion engines in order to minimize the emission of carbon dioxide	2
Lec9	An ecological aspect of the design of cooling and lubrication systems for modern internal combustion engines in order to minimize the use of cooling liquids as a result of reducing the capacity of indirect cooling systems	2
Lec10	Recharging combustion engines and, as a result, reducing their displacement volume while maintaining appropriate traction properties of internal combustion engines and using for this purpose the technologies of the discussed internal combustion engine and vehicle systems	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Execution of load and external characteristics of the internal combustion engine	2
Lab2	Preparing a universal characteristic based on laboratory exercises number 1 with the determination of carbon dioxide emission to the atmosphere	2
Lab3	Tests of the filling factor of the internal combustion engine	2
Lab4	Calculation of cylinder filling factor based on laboratory exercise number 3 with the calculation of the fuel-air mixture composition in the aspect of determining the composition of exhaust gases; poor, rich mix	2
Lab5	Examination of the content of unburned hydrocarbons, nitrogen oxides, carbon dioxide and oxide, as well as smoke opacity of the internal combustion engine during the implementation of the chosen load curves	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. multimedia presentation N2. laboratory experiment N3. self study - preparation for laboratory class N4. report preparation N5. tutorials		

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	test
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	quiz, report on laboratory exercises
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	quiz, report on laboratory exercises
F3	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	quiz, report on laboratory exercises
F4	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	quiz, report on laboratory exercises
P = (F1+F2+F3+F4)/4		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

1. Kaźmierczak A. i inni, Silniki pojazdów samochodowych, wydawnictwo: REA Warszawa, rok: 2010.
2. Sitnik L., Ekopaliwa silnikowe, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2004
3. Kowalewicz A., Wybrane zagadnienia samochodowych silników spalinowych, wydawnictwo: WSI Radom, rok: 2000.
4. Drozd Cz., Sroka Z.J. Silniki spalinowe laboratorium. Oficyna wydawnicza PWr, skrypt PWr. Wrocław 1996.

### SECONDARY LITERATURE

1. Kowalewicz A., Podstawy procesów spalania, wydawnictwo: WNT Warszawa, rok: 2000.
2. Kozaczewski W., Konstrukcja grupy tłokowo - cylindrowej silników spalinowych, wydawnictwo: WKŁ Warszawa, rok: 2004.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Maria Skrętowicz email: [maria.skretowicz@pwr.edu.pl](mailto:maria.skretowicz@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Inżynieria napraw silników spalinowych i pojazdów**

Nazwa w języku angielskim: **Engineering repair of internal combustion engines and vehicles**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042123**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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. znajomość zasad eksploatacji obiektów technicznych i działania silników spalinowych
2. umiejętność doboru silnika spalinowego do napędu pojazdu
3. umiejętność pracy zespołowej w szczególności kierowania zespołem ludzkim

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. poznanie zasad obsługi pojazdów w tym, w szczególności silników spalinowych  
C2. zrozumienie zasad przejścia pojazdu ze stanu użytkowania w stan obsługi  
C3. poznanie metod obsługi pojazdów, w szczególności napraw silników spalinowych i ich układów

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - rozpoznaje stan pojazdu podejmując decyzję o zmianie jego stanu z użytkowania na stan obsługiwanego

PEK\_W02 - definiuje uszkodzenia i określa zespoły pojazdów, w tym silnika spalinowego, w których one zaszły

PEK\_W03 - wskazuje sposoby naprawy i określa czas ponownego osiągnięcia przez układ napędowy stanu użytkowania

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - analizuje kryteria osiągnięcia stanu granicznego przez pojazd

PEK\_U02 - organizuje i planuje naprawy pojazdów, w tym silników spalinowych

PEK\_U03 - weryfikuje prawidłowość wykonanych obsług i napraw pojazdów, w tym napraw głównych silników spalinowych

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się, zwłaszcza podnosząc swą wiedzę z eksploatacji pojazdów, w tym inżynierii napraw (studia III stopnia, studia podyplomowe, kursy)

PEK\_K02 - ma świadomość ważności, odpowiedzialności i skutków działalności inżyniera kierunku mechanika i budowa maszyn w aspekcie odpowiedzialności za stan środowiska naturalnego, wynikający z właściwej eksploatacji pojazdów, w szczególności prawidłowo wykonanej obsługi i naprawy, będących istotnym zagrożeniem dla środowiska naturalnego

PEK\_K03 - docenia konieczność podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych, zwłaszcza w aspekcie kierowania zespołami ludzkimi, w tym zaplecza obsługowego pojazdów i silników spalinowych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp, wprowadzenie do wykładu, program, wymagania. Eksploatacja obiektów technicznych w ujęciu systemowym	2
Wy2	Zaplecze eksploatacji, w tym obsługi, zaplecze obsługowe. Rodzaje czynności obsługowych w tym rodzaje napraw	2
Wy3	Zasady demontażu i konserwacji elementów pojazdów w tym silników spalinowych	2
Wy4	Obsługa, uszkodzenia i naprawa kadłuba i głowicy silnika spalinowego	2
Wy5	Eksploatacja elementów układu rozrządu silnika spalinowego w tym ich zużycie i naprawa	2
Wy6	Eksploatacja układów korbowa tłokowych silników spalinowych w tym zużycie i technologia napraw tłoków, pierścieni tłokowych, korbowodów i wałów korbowych	2
Wy7	Eksploatacja układu smarowania i chłodzenia silnika spalinowego i zużycie oraz naprawa ich elementów	2
Wy8	Eksploatacja układu doładowania i zużycie oraz naprawa jego elementów, w tym układów doładowania sprężarkowego, bezsprężarkowego i dynamicznego	2
Wy9	Eksploatacja elementów układu paliwowego silnika o zapłonie samoczynnym i iskrowym, w tym naprawa ich elementów i zespołów	2

Wy10	Eksplatacja układów przeniesienia napędu pojazdów, w tym naprawa jego elementów i układów	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wyszukiwanie uszkodzeń i odkształceń głowicy i bloku silnika i dobór technologii naprawy	2
Lab2	Pomiary zużycia elementów układu rozrządu i dobór technologii naprawy	2
Lab3	Pomiary zużycia tłoków i korbowodów oraz pierścieni tłokowych i dobór technologii naprawy	2
Lab4	Pomiary i sposoby naprawy elementów układu paliwowego silnika o ZS i ZI	2
Lab5	Pomiary i sposoby naprawy elementów układów przeniesienia napędu pojazdów	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. prezentacja multimedialna  
N2. eksperyment laboratoryjny  
N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N4. przygotowanie sprawozdania  
N5. konsultacje

#### 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	kolokwium
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	kartkówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	kartkówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych

F3	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	kartkówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F4	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	kartkówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F5	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	kartkówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
$P = (F1+F2+F3+F4+F5)/5$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. Kaźmierczak A. i inni, Silniki pojazdów samochodowych, Wydawnictwo REA, Warszawa 2010
2. Bernhardt M., "Silniki samochodowe", WKiŁ, Warszawa 1988
3. Hebda M., Janicki D., "Trwałość i niezawodność samochodów w eksploatacji", WKiŁ, Warszawa 1977
4. Kozaczewski W., "Konstrukcja złożów tłok-cylinder silników spalinowych", WKiŁ, Warszawa 1987
5. Hebda M., Elementy teorii eksploatacji systemów technicznych, Wydawnictwo MCNEMT, Radom 1990.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Mańczak K., Technika planowania eksperymentu, WNT, Warszawa 1976
2. Niewczas A., Modelowanie procesu zużycia, WSI Radom 1989
3. Pytko S., Podstawy tribologii i techniki smarowniczej, AGH Kraków 1989

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Konrad Krakowian email: [konrad.krakowian@pwr.edu.pl](mailto:konrad.krakowian@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Inżynieria napraw silników spalinowych i pojazdów**

Name in English: **Engineering repair of internal combustion engines and vehicles**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042123**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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 of the principles of operation of technical facilities and the operation of internal combustion engines
2. the ability to select an internal combustion engine for driving a vehicle
3. teamwork skills, in particular, managing a team of people

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. learning about the principles of vehicle service including in particular internal combustion engines
- C2. understanding the rules of moving a vehicle from the state of use to a serviceable state
- C3. learning the methods of operating vehicles, in particular repairs of internal combustion engines and their systems



## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - recognizes the condition of the vehicle when deciding to change its status from use to operating status  
 PEK\_W02 - defines damage and defines vehicle assemblies, including the internal combustion engine in which they occurred

PEK\_W03 - indicates the methods of repair and determines the time for the drive system to regain its state of use

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

PEK\_U01 - analyzes the criteria for reaching the limit state by the vehicle

PEK\_U02 - organizes and plans vehicle repairs, including internal combustion engines

PEK\_U03 - verifies the correctness of service and repair of vehicles, including repairs of the main internal combustion engines

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

PEK\_K01 - understands the need and knows the possibilities of continuous training, especially increasing their knowledge of vehicle operation, including repair engineering (third degree studies, postgraduate studies, courses)

PEK\_K02 - is aware of the importance, responsibility and impact of the engineer's activity in the field of mechanics and machine construction in terms of responsibility for the state of the environment, resulting from the proper use of vehicles, in particular properly performed service and repair, which are a significant threat to the natural environment

PEK\_K03 - appreciates the need to raise professional, personal and social competences, especially in the aspect of managing human beings, including the service facilities of vehicles and internal combustion engines

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction, introduction to the lecture, program, requirements. Operation of technical facilities in systemic approach	2
Lec2	Service facilities, including service, service facilities. Types of maintenance activities including types of repairs	2
Lec3	Principles of disassembly and maintenance of vehicle components, including internal combustion engines	2
Lec4	Service, damage and repair of the fuselage and cylinder head	2
Lec5	Operation of the components of the engine's timing system including their wear and repair	2
Lec6	Operation of crank and reciprocating engines of internal combustion engines including wear and technology of repairs of pistons, piston rings, connecting rods and crankshafts	2
Lec7	Operation of the lubrication and cooling system of the internal combustion engine and wear and repair of their components	2
Lec8	Operation of the recharging system and wear and repair of its components, including compressor, free and dynamic charge systems	2
Lec9	Exploitation of diesel and spark ignition fuel system components, including repair of their components and assemblies	2

Lec10	Operation of vehicle transmission systems, including repair of its components and systems	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Search for damage and deformation of the cylinder head and block and selection of repair technology	2
Lab2	Measurements of timing system components wear and selection of repair technology	2
Lab3	Measurements of piston and connecting rod consumption as well as piston rings and selection of repair technology	2
Lab4	Measurements and methods of repairing engine fuel system components with ZS and ZI	2
Lab5	Measurements and ways to repair elements of vehicle transmission systems	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. multimedia presentation N2. laboratory experiment N3. self study - preparation for laboratory class N4. report preparation N5. tutorials		

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	test
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	quiz, report on laboratory exercises

F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	quiz, report on laboratory exercises
F3	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	quiz, report on laboratory exercises
F4	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	quiz, report on laboratory exercises
F5	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	quiz, report on laboratory exercises
$P = (F1+F2+F3+F4+F5)/5$		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

1. Kaźmierczak A. i inni, Silniki pojazdów samochodowych, Wydawnictwo REA, Warszawa 2010
2. Bernhardt M., "Silniki samochodowe", WKiŁ, Warszawa 1988
3. Hebda M., Janicki D., "Trwałość i niezawodność samochodów w eksploatacji", WKiŁ, Warszawa 1977
4. Kozaczewski W., "Konstrukcja złożów tłok-cylinder silników spalinowych", WKiŁ, Warszawa 1987
5. Hebda M., Elementy teorii eksploatacji systemów technicznych, Wydawnictwo MCNEMT, Radom 1990.

### SECONDARY LITERATURE

1. Mańczak K., Technika planowania eksperymentu, WNT, Warszawa 1976
2. Niewczas A., Modelowanie procesu zużycia, WSI Radom 1989
3. Pytko S., Podstawy tribologii i techniki smarowniczej, AGH Kraków 1989

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Konrad Krakowian email: [konrad.krakowian@pwr.edu.pl](mailto:konrad.krakowian@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Analiza stanów ustalonych i nieustalonych układów hydraulicznych**

Nazwa w języku angielskim: **Analysis stable and transient states of hydraulic systems**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042124**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	3		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. Znajomość podstaw mechaniki płynów. Znajomość podstaw budowy hydrostatycznych oraz pneumatycznych układów napędowych oraz znajomość zależności występujących w tego rodzaju napędach.
2. Znajomość sposobu działania, konstrukcji, podstawowych parametrów oraz roli jaką pełnią w hydrostatycznym lub pneumatycznym układzie napędowym poszczególne ich elementy składowe.
3. Umiejętności formułowania wniosków w oparciu o dokonane obserwacje oraz wyniki badań laboratoryjnych. Chęć poszerzania wiedzy o pełniejszy opis zjawisk występujących w układach hydraulicznych i pneumatycznych.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Zapoznanie studentów z poszerzonym i pełniejszym opisem matematycznym układów uwzględniającym zjawiska dynamiczne występujące w hydraulicznych i pneumatycznych układach napędowych. Przedstawienie studentom opisu matematycznego oraz rzeczywistych przebiegów czasowych podstawowych parametrów układów, wykazanie zbieżności wyników uzyskiwanych przy pomocy przedstawianych modeli matematycznych z wynikami zarejestrowanymi w trakcie badań rzeczywistych układów.

C2. Zapoznanie studentów z poszerzonym opisem poszczególnych elementów układów hydraulicznych oraz pneumatycznych. Przedstawienie charakterystyk dynamicznych wybranych elementów układów. Wskazanie zależności oraz opisów oddziaływania wzajemnego elementów układu wraz ze wskazaniem charakterystycznych zależności dynamicznych tych powiązań. Wskazanie zagrożeń oraz korzyści wynikających z występowania zjawisk dynamicznych w układach hydrostatycznych oraz pneumatycznych oraz nabycie umiejętności przeciwdziałania występowaniu niekorzystnych zjawisk dynamicznych.

C3. Ćwiczenie umiejętności pracy zespołowej oraz formułowania pisemnych wniosków w oparciu o przeprowadzony eksperyment laboratoryjny. Identyfikacja występujących zjawisk na podstawie pomiarów wybranych wielkości charakterystycznych układów lub elementów hydraulicznych i pneumatycznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student potrafi opisać oddziaływania dynamiczne w układach hydraulicznych i pneumatycznych.

Potrafi opisać wpływ zjawisk dynamicznych w tychże układach. Samodzielnie potrafi wymienić, wskazać przyczyny oraz źródła różnic w działaniu układów pracujących w stanie ustalonym i nieustalonym. Potrafi zdefiniować korzyści oraz zagrożenia wynikające z oddziaływań dynamicznych występujących w trakcie pracy w stanie nieustalonym.

PEK\_W02 - Student zna charakterystyki dynamiczne wybranych elementów układów hydraulicznych i pneumatycznych. Student potrafi wskazać wpływ parametrów wybranych elementów na charakter pracy całego układu oraz potrafi dokonać świadomych i korzystnych zmian poszczególnych elementów w celu zapobieżenia negatywnym skutkom oddziaływań dynamicznych lub w celu poprawy działania układu.

PEK\_W03 - Student potrafi opisać za pomocą modeli matematycznych układy hydrauliczne i pneumatyczne pracujące zarówno w stanie ustalonym jak i nieustalonym. Student wykorzystuje wyżej wymienione modele matematyczne do identyfikacji zagrożeń wynikających z oddziaływań dynamicznych w układzie już na etapie projektowania.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Student analizuje działanie, parametry oraz ich wpływ poszczególnych elementów układów hydraulicznych i pneumatycznych na charakter pracy całego układu. Student przeprowadza badania laboratoryjne poszczególnych elementów, którego wyniki opracowuje i zamieszcza w pisemnym sprawozdaniu.

PEK\_U02 - Student analizuje pod kątem charakteru pracy przykładowe układy hydrauliczne i pneumatyczne. Student samodzielnie identyfikuje stan pracy układu oraz określa w jakim zakresie zmienności wybranego parametru układu stan ten się utrzymuje. Student w oparciu o wyniki eksperymentu samodzielnie formułuje wnioski.

PEK\_U03 - Student analizuje, w oparciu o wiedzę teoretyczną zdobytą na wykładach, rodzaj oraz charakter zjawisk występujących w elementach oraz całych układach hydraulicznych i pneumatycznych poddanych badaniu laboratoryjnemu. W oparciu o wyniki eksperymentu weryfikuje wiedzę teoretyczną, formułując wnioski w pisemnym sprawozdaniu.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Student bierze udział w pracy grupy studentów, której zadaniem jest zaplanowanie i prawidłowe wykonanie eksperymentu laboratoryjnego.

PEK\_K02 - Student ćwiczy umiejętność przedstawiania wyników swojej pracy w formie pisemnej oraz ustnej.

PEK\_K03 - Student samodzielnie dokonuje selekcji posiadanych informacji i zestawia nabyte wiadomości teoretyczne z wynikami eksperymentu laboratoryjnego.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, przedstawienie treści wykładu, wymagań i formy zaliczenia. Pulsacja natężenia przepływu i ciśnienia – źródła pochodzenia redukcja amplitud pulsacji ciśnienia.	2
Wy2	Metody obliczeń i modelowania nieustalonego przepływu w przewodach hydraulicznych.	2
Wy3	Podstawowe pojęcia opisujące stan elementu i układu hydraulicznego. Zasada budowy modeli o parametrach skupionych i rozłożonych.	2
Wy4	Stan pracy ustalonej elementów hydraulicznych (pomp, silników, zaworów) – charakterystyki idealne i rzeczywiste.	2
Wy5	Wskaźniki opisujące jakość dynamiczną elementu i układu hydraulicznego.	2
Wy6	Stan pracy ustalonej przekładni hydrostatycznej – charakterystyki idealne i rzeczywiste.	2
Wy7	Modele dynamiczne zaworów hydraulicznych.	2
Wy8	Analiza wpływu przyjęcia założeń upraszczających na dokładność odwzorowania obiektu rzeczywistego przez model.	2
Wy9	Metody kształtowania procesów przejściowych układów hydraulicznych. Metody zapobiegania szkodliwemu oddziaływaniu stanów przejściowych na maszynę z napędem hydrostatycznym.	2
Wy10	Zaliczenie kursu.	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Zapoznanie studentów z zasadami BHP obowiązującymi w laboratorium wraz z jego prezentacją, przedstawienie warunków zaliczenia.	2
Lab2	Wyznaczenie charakterystyki statycznej i dynamicznej zaworu przelewowego.	2
Lab3	Eksperymentalna identyfikacji składowych pulsacji ciśnienia w układzie hydraulicznym.	2
Lab4	Eksperymentalne wyznaczenie charakterystyki częstotliwościowej rozdzielacza proporcjonalnego.	2
Lab5	Łagodzenie rozruchu przekładni hydrostatycznej z zastosowaniem rozdzielacza proporcjonalnego.	2
		Suma: 10

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
- N2. konsultacje
- N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium
- N4. eksperyment laboratoryjny
- N5. przygotowanie sprawozdania

## 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	odpowiedź ustna, udział w dyskusjach problemowych
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_U03, PEK_K01÷PEK_K03	sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, udział w dyskusjach problemowych
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. Tomasiak E., Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne, Wydawnictwo Polit. Śląskiej, Gliwice 2001,
2. Tomczyk J., Modele dynamiczne elementów i układów napędów hydrostatycznych, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1999,
3. Palczak E., Dynamika elementów i układów hydraulicznych, Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław 1999,
4. Stryczek S., Napęd hydrostatyczny, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1992,

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Pizon A., Hydrauliczne i elektrohydrauliczne układy sterowania i regulacji, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1987,
2. Kollek W., Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych, Oficyna Wydawnicza Polit. Wrocławskiej, Wrocław 2004,
3. Osiecki A., Napęd hydrostatyczny maszyn, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004,

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Michał Stosiak tel.: 71 320-45-99 email: [Michal.Stosiak@pwr.edu.pl](mailto:Michal.Stosiak@pwr.edu.pl)



## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Analiza stanów ustalonych i nieustalonych układów hydraulicznych**

Name in English: **Analysis stable and transient states of hydraulic systems**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042124**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		30		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points	3		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. Basic knowledge of fluid mechanics. Basic knowledge of the construction of hydrostatic and pneumatic power systems, knowledge about relations present in this type of power systems.
2. Knowledge of the principle of operation, construction, basic parameters and the role the individual components in hydrostatic or pneumatic power system.
3. Ability to formulate conclusions based on its observations and laboratory tests. Willingness extend knowledge of a more complete description of the phenomena occurring in hydraulic and pneumatic systems.

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. To acquaint students with extended and more complete mathematical description of systems taking into account the dynamic phenomena occurring in the hydraulic and pneumatic power systems. Provide students with the mathematical description and the real waveforms of the basic parameters of power systems, demonstrate the convergence of the results obtained from the presented mathematical models with the results recorded during the test of real systems.

C2. To acquaint students with extended descriptions of individual components of hydraulic and pneumatic systems. Presentation of the dynamic characteristics of selected system components. Pointed the correlation and description of the interaction between system components together with an indication characteristic dynamic correlations of those connections. Indication of the risks and benefits of presence of the dynamic phenomena in the hydrostatic and pneumatic power systems as well as the acquisition of skills of preventing the occurrence of adverse dynamic effects.

C3. Exercise team working skills and to formulate written conclusions based on laboratory experiment. Identify the phenomena based on selected and measured characteristic values of hydraulic and pneumatic systems or components.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - The student can describe the dynamic interactions in hydraulic and pneumatic systems. Can describe the impact of dynamic phenomena in these systems. Student be able to list, identify the cause and source of the differences in the operation of systems working in steady and unsteady conditions. Student be able to define the benefits and risks of dynamic interactions occurring during work in the unsteady conditions.

PEK\_W02 - The student can describe the dynamic interactions in hydraulic and pneumatic systems. Can describe the impact of dynamic phenomena in these systems. Student be able to list, identify the cause and source of the differences in the operation of systems working in steady and unsteady conditions. Student be able to define the benefits and risks of dynamic interactions occurring during work in the unsteady conditions.

PEK\_W03 - The student can described by mathematical models of the hydraulic and pneumatic systems working in steady and unsteady state. The student on the design stage uses mathematical models mentioned above to identify the risks resulting from dynamic interactions in the system.

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

PEK\_U01 - The student analyzes the performance, characteristics, and the impact of the different components of hydraulic and pneumatic systems on the character of the work of the whole system. The student performs laboratory testing of individual components, which results are the part of the written reports.

PEK\_U02 - The student analyzes the character of the work of the example hydraulic and pneumatic systems. The student independently identifies the state of the system and determines the extent to which the volatility of the selected parameter this state persists. Student, based on the results of the experiment, independently draws conclusions.

PEK\_U03 - Student analizuje, na podstawie teoretycznej wiedzy zdobytej na wykładach, rodzaju i charakteru zjawisk zachodzących w elementach i całych systemów hydraulicznych i pneumatycznych, które są badane w laboratorium. Na podstawie wyników doświadczalnych sprawdzenia wiedzy teoretycznej, formułując wnioski w pisemnym sprawozdaniu.

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

PEK\_K01 - A student takes part in the work of the group of students, the goal of which is the joint planning and proper perform of a laboratory experiment.

PEK\_K02 - Students practice skills to present the results of their work in writing and orally.

PEK\_K03 - The student independently makes the selection and compiled the acquired theoretical knowledge with the results of a laboratory experiment.

PROGRAM CONTENT		
Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction, presentation of the lecture content, requirements and forms of the completion. Pulsation flow and pressure - the sources , the reduction of the pressure pulsation amplitudes.	2
Lec2	The methods of calculation and modeling of unsteady flow in the hydraulic lines.	2
Lec3	Basic concepts describing the condition of the elements and the whole hydraulic system. The principle of models construction for lumped and distributed parameters.	2
Lec4	The steady operating status of hydraulic components (pumps, motors, valves) - ideal and real characteristics.	2
Lec5	Indicators describing the dynamic quality of the component of the hydraulic system.	2
Lec6	The steady operating status of the hydrostatic transmission - the ideal and the real characteristics.	2
Lec7	The dynamic models of the hydraulic valves.	2
Lec8	Analysis of the simplifying assumptions impact on the accuracy of the representation actual object by the model.	2
Lec9	Methods of shaping hydraulic transient processes. Methods to prevent the adverse effects caused by transition phases in the machine with hydrostatic power system.	2
Lec10	Completion of the course.	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Acquaint students with the safety rules in the laboratory and its presentation, the conditions of crediting.	2
Lab2	Acquaint students with the safety rules in the laboratory and its presentation, the conditions of crediting.	2
Lab3	Experimental identification of the pressure pulsation components in the hydraulic system.	2
Lab4	Experimental identification of the pressure pulsation components in the hydraulic system.	2
Lab5	Mitigation method of the start phase of the hydrostatic system using the proportional valve.	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. tutorials N3. self study - preparation for laboratory class N4. laboratory experiment N5. report preparation		

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	oral response, participation in problems discussions
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_U03, PEK_K01÷PEK_K03	laboratory reports, participation in problems discussions
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

1. Tomasiak E., The drives and controls systems of the hydraulic and pneumatic, Wydawnictwo Polit. Śląskiej, Gliwice 2001, (in Polish)
2. Tomczyk J., The dynamic models of components and systems of the hydrostatic drives, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1999, (in Polish)
3. Palczak E., The dynamic of the hydraulic components and systems, Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław 1999, (in Polish)
4. Strzyżek S., Hydrostatic drive, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1992, (in Polish)

### SECONDARY LITERATURE

1. Pizon A., Hydraulic and electro-hydraulic control and regulation systems, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1987, (in Polish)
2. Kollek W., Basics of the designing hydraulic drives and controls, Oficyna Wydawnicza Polit. Wrocławskiej, Wrocław 2004, (in Polish)
3. Osiecki A., The hydrostatic drive of machines, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004, (in Polish)

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Michał Stosiak tel.: 71 320-45-99 email: [Michal.Stosiak@pwr.edu.pl](mailto:Michal.Stosiak@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Metodologia projektowania maszyn i urządzeń hydraulicznych**

Nazwa w języku angielskim: **Methodology of designing hydraulic machines and devices**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042125**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20			10	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			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. Znajomość podstaw projektowania maszyn.
2. Posiada wiedzę w zakresie techniki wytwarzania
3. Podstawową wiedzę w zakresie zarządzania i modelowania

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zaznajomienie studentów z podstawowymi technikami współczesnego projektowania maszyn  
C2. Umiejętność poszukiwania koncepcji  
C3. Zapoznanie studenta ze współczesnymi strategiami projektowania

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Posiada pogłębioną wiedzę na temat metodologii projektowania

PEK\_W02 - Posiada umiejętność wyboru najlepszego rozwiązania projektowego z uwagi na przyjęte kryteria oceny.

PEK\_W03 - Zna współczesne koncepcje i strategie procesu projektowania

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Student powinien umiejętnie sformułować zadanie projektowe

PEK\_U02 - Korzysta z różnych metod poszukiwania rozwiązań zadania projektowego

PEK\_U03 - Potrafi ocenić i wybrać rozwiązanie spełniające zadanie projektowe

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Procesy techniczne i ich modelowanie. Motoda, metodyka i metodologia projektowania. Struktura procesu projektowania	2
Wy2	Marketingowa koncepcja produktu i implikacje dla procesu projektowania	1
Wy3	Formułowanie problemu projektowego. Analiza problemu, jej struktura i elementy	1
Wy4	Metody poszukiwania rozwiązań – przegląd metod heurystycznych i systematycznych: abstrahowanie, brainstorming, synektyka, 635, macierz eksploracji, morfologia, ARIZ-71, gra ze słowami. Wybór metody koncyptowania.	3
Wy5	Zagadnienia oceny i wyboru rozwiązań (wariantów). Kryteria oceny i ograniczenia. Wybrane metody selekcji i oceny wariantów rozwiązań: kart T, delficka, decyzji wymuszonych, ważonych charakterystyk wartości użytecznej. Problem doboru metody oceny. proces podejmowania decyzji w procesie projektowania technicznego – szczeble kompetencji	2
Wy6	Morfologiczna metoda generowania struktur układów, funkcje układów hydraulicznych.	1
Wy7	Sposoby realizacji funkcji układów hydraulicznych	6
Wy8	Podstawowe obliczenia i zasady doboru podstawowych (katalogowych) elementów układu: siłowników i silników, pomp i sprężarek, rozdzielaczy, zaworów ciśnieniowych i przepływowych.	2
Wy9	Charakterystyki statyczne układów hydraulicznych, bilans cieplny układu hydraulicznego.	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Analiza problemu projektowego - zasada działania maszyny lub urządzenia	2

Proj2	Wybór metody koncyptowania i generowanie rozwiązań, funkcje układów hydrostatycznych.	2
Proj3	Generowanie układów hydrostatycznych	2
Proj4	Opracowanie projektu wstępnego. Wykonanie obliczeń sprawdzających oraz dobór elementów typowych (handlowych)	2
Proj5	Wykonanie dokumentacji technicznej. Obrona projektu	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład problemowy  
N2. 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	kolokwium
$P = F1 = Fw$		

#### 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
$P = 0,3 \cdot Fw + 0,7 \cdot F1$		



## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Autor: Tarnowski W., tytuł: Podstawy projektowania technicznego, wydawnictwo: WNT, rok: 1997  
Autor: Pokojński J., tytuł: Systemy doradcze w projektowaniu maszyn, wydawnictwo: WNT, rok: 2005  
Autor: Proctor T., tytuł: Twórcze rozwiązywanie problemów, wydawnictwo: Gdanskie Wydawnictwo Psychologiczne, rok: 2002  
Autor: Pokojński J. (red), tytuł: Inteligentne wspomaganie procesu integracji środowiska dokomputerowego wspomaganie projektowania maszyn, wydawnictwo: WNT, rok: 2000  
Autor: Krick E.V., tytuł: Wprowadzenie do techniki i projektowania technicznego, wydawnictwo: WNT, rok: 1974  
Autor: Pahl G., Beitz W., tytuł: Nauka konstruowania, wydawnictwo: WNT, rok: 1982  
Autor: Dietrich M., tytuł: Podstawy konstrukcji maszyn. t. 1-4, wydawnictwo: PWN, rok: 1989  
Autor: Miller S., tytuł: Teoria maszyn i mechanizmów, wydawnictwo: WNT, rok: 1989  
Autor: Stryczek S., tytuł: Napęd i sterowanie hydrostatyczne. t. 1 i 2, wydawnictwo: WNT, rok: 1991  
Autor: Tall M., Drobiński W., tytuł: Napędy i urządzenia elektryczne, wydawnictwo: Wyd. Politechniki Wrocławskiej, rok: 1980  
Autor: Skarbiński M., tytuł: Technologiczność konstrukcji maszyn, wydawnictwo: WNT, rok: 1977  
Autor: Jones Ch, tytuł: Metody projektowania, wydawnictwo: Wnt, rok:

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Autor: Rohatynski R., Miller D., tytuł: Problemy metodologii i komputerowego wspomaganie projektowania technicznego. t. 1 i 2., wydawnictwo: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, rok: 1994  
Autor: Hubka V., tytuł: Theorie Technischer Systeme. Springer Verlag, wydawnictwo: , rok: 1987

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Waldemar Sradomski tel.: 71 320-26-67 email: Waldemar.Sradomski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Metodologia projektowania maszyn i urządzeń hydraulicznych**

Name in English: **Methodology of designing hydraulic machines and devices**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042125**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20			10	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	Crediting with grade			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. Basic knowledge of machine design.
2. Student has expertise in manufacturing techniques
3. Student has basic knowledge in management and modeling

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To acquaint students with the basic techniques of modern machine design
- C2. The ability to search concept
- C3. To acquaint students with contemporary design strategies

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - Student has in-depth knowledge of design methodology

PEK\_W02 - Student has the ability to choose the best design solution due to accepted assessment criteria.

PEK\_W03 - Student knows contemporary concepts and strategies of the design process

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

PEK\_U01 - The student should skillfully formulate a design task

PEK\_U02 - Uses various methods of searching for solutions for a project task

PEK\_U03 - He can evaluate and choose a solution that meets the design task

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

PEK\_K01 - He can interact and work in a group, taking on different roles

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Technical processes and their modeling. Motoda, methodology and design methodology. The structure of the design process.	2
Lec2	Marketing product concept and implications for the design process	1
Lec3	Formulating a design problem. Problem analysis, its structure and elements	1
Lec4	Methods of searching for solutions - an overview of isystematic heuristic methods: abstracting, brainstorming, synektics, 635, exploration matrix, morphology, ARIZ-71, playing with words. The choice of the method of writing.	3
Lec5	Issues of evaluation and selection of solutions (variants). Assessment criteria and limitations. Selected methods of selection and evaluation of solution variants: T, Delphic cards, forced decisions, weighted characteristics of useful value. The problem of selecting the assessment method. decision making process in the technical design process - competence levels	2
Lec6	Morphological method of generating structure of systems, functions of hydraulic systems.	1
Lec7	Ways of implementing the functions of hydraulic systems	6
Lec8	Basic calculations and rules for the selection of basic (catalog) elements of the system: actuators and motors, pumps and compressors, distributors, pressure and flow valves.	2
Lec9	Static characteristics of hydraulic systems, thermal balance of the hydraulic system.	2
		Total hours: 20
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1		2

Proj2		2
Proj3		2
Proj4		2
Proj5		2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. problem lecture N2. 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	colloquium
P = F1=Fw		

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,	Defense project
P = 0,3*Fw+0,7F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE	
<u>PRIMARY LITERATURE</u>  <u>SECONDARY LITERATURE</u>	

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Waldemar Sradomski tel.: 71 320-26-67 email: [Waldemar.Sradomski@pwr.edu.pl](mailto:Waldemar.Sradomski@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Sterowanie hydraulicznych układów napędowych**

Nazwa w języku angielskim: **Hydraulic drive systems control**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042126**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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. Student posiada podstawową wiedzę z mechaniki klasycznej oraz mechaniki płynów.
2. Student posiada wiedzę na temat elementów hydraulicznych układów napędowych: pomp, silników, siłowników, zaworów.
3. Student posiada wiedzę na temat budowy i projektowania prostych układów hydraulicznych.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z techniką proporcjonalną - jej zastosowaniach, właściwościach i ograniczeniach.
- C2. Zapoznanie studentów z technikami sterowania i regulacji określonych parametrów układów hydraulicznych.
- C3. Zapoznanie się studentów z zaawansowanymi układami hydrostatycznymi.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student ma poszerzoną wiedzę w zakresie wymieniania i opisu bardziej zaawansowanych elementów układów hydraulicznych, w szczególności zaworów proporcjonalnych i wzmacniaczy elektrohydraulicznych.

PEK\_W02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student ma poszerzoną wiedzę w zakresie objaśniania zaawansowanych metod sterowania i regulacji określonych parametrów układów hydraulicznych.

PEK\_W03 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student ma poszerzoną wiedzę w zakresie wymieniania i opisywania zaawansowanych układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student umie montować układy hydrauliczne oraz elektrohydrauliczne i analizować zasadę ich działania.

PEK\_U02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student umie przygotować do pracy urządzenie hydrauliczne lub elektrohydrauliczne oraz zaplanować i przeprowadzić pomiary określonych parametrów. Na podstawie analizy wyników pomiarów student potrafi sformułować odpowiednie wnioski.

PEK\_U03 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student umie zaprojektować urządzenie z napędem hydraulicznym, bądź elektrohydraulicznym spełniające określone funkcje.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi współdziałać i pracować w grupie podczas montażu układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych oraz tworzenia sprawozdania z ćwiczenia.

PEK\_K02 - Potrafi odpowiednio zaplanować wykonanie pomiarów podczas ćwiczenia laboratoryjnego i sporządzić odpowiednie sprawozdanie.

PEK\_K03 - Prawidłowo identyfikuje i rozwiązuje problemy napotkane podczas montażu układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych. Wyciąga odpowiednie wnioski z przeprowadzonego ćwiczenia.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, przedstawienie treści wykładu, forma zaliczenia, wymagania.	1
Wy2	Rodzaje sterowania i regulacji układów hydrostatycznych.	2
Wy3	Technika hydraulicznego sterowania proporcjonalnego.	1
Wy4	Zasada działania, charakterystyki rozdzielaczy ze sterowaniem proporcjonalnym.	1
Wy5	Zasada działania, charakterystyki regulatorów przepływu i zaworów ciśnieniowych ze sterowaniem proporcjonalnym.	1
Wy6	Logiczne zawory wzniosowe w technice proporcjonalnej.	1
Wy7	Wzmacniacze elektrohydrauliczne.	1
Wy8	Układ hydrostatyczny regulacji położenia.	2
Wy9	Układ hydrostatyczny regulacji siły lub momentu obrotowego odbiornika.	2
Wy10	Układy load sensing [LS] w maszynach z napędem hydrostatycznym.	1
Wy11	Układy LS z pompą stałej wydajności.	1
Wy12	Układy LS z pompą zmiennej wydajności.	1

Wy13	Sterowniki i regulatory w układach hydraulicznych.	2
Wy14	Sterowanie i regulacja objętościowa.	2
Wy15	Regulacja wydajności pomp według zasad: $Q = \text{const}$ , $p = \text{const}$ , $N = \text{const}$ .	1
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie, przedstawienie treści laboratorium, forma zaliczenia, wymagania.	1
Lab2	Regulacja dławieniowa szeregową prędkości odbiornika hydraulicznego.	2
Lab3	Regulacja dławieniowa równoległą prędkości odbiornika hydraulicznego.	1
Lab4	Porównanie sterowania i regulacji dławieniowej równoległej.	2
Lab5	Zastosowanie proporcjonalnego zaworu przelewowego.	1
Lab6	Eksperymentalne wyznaczenie częstotliwości granicznej układu z rozdzielaczem proporcjonalnym.	1
Lab7	Badanie układu regulacji położenia ze wzmacniaczem elektrohydraulicznym.	1
Lab8	Zaliczenie.	1
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. eksperyment laboratoryjny  
N3. przygotowanie sprawozdania  
N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium

#### 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	kolokwium
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	odpowiedź ustna zawierająca sprawdzian praktyczny z projektowania i montażu układów
F2	PEK_U02	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F3	PEK_U01 PEK_U03	ocena aktywności studenta na zajęciach
$P = (2F1+F2+F3)/4$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA

Stryczek S.: Napęd hydrostatyczny. WNT, 1992

Tomasiak E.: Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne. Wydawnictwo Polit. Śląskiej, Gliwice, 2001

Kollek W.: Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych. Oficyna Wydaw. Polit. Wrocławskiej, 2004

Pizon A.: Hydrauliczne i elektrohydrauliczne układy sterowania i regulacji. WNT, 1987

Lambeck R.: Hydraulic pumps and motors. Marcel Dekker INC. New York 1983.

Pippenger J.: Hydraulic valves and control. Marcel Dekker INC. New York 1984.

Norvelle F. D.: Electrohydraulic control systems. Prentice-Hall INC, New Jersey 2000.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Palczak E.: Dynamika elementów i układów hydraulicznych. Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław, 1999.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Michał Stosiak tel.: 71 320-45-99 email: Michal.Stosiak@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Sterowanie hydraulicznych układów napędowych**

Name in English: **Hydraulic drive systems control**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042126**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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. Student possess basic knowledge of classic mechanics and fluid mechanics.
2. Student possess basic knowledge of hydraulic components of drive systems: pumps, motors, cylinders, valves.
3. Student possess basic knowledge of construction and design of simple hydraulic systems.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquaint students with proportional technique - its applications, properties and limitations.
- C2. Acquaint students with control and regulations methods selected parameters of hydraulic systems.
- C3. Acquaint students with advanced hydrostatic systems.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - In the result of lesson student has extended knowledge of description of more advanced hydraulic components like proportional valves and servovalves.

PEK\_W02 - In the result of lesson student has extended knowledge of explanation advanced control and regulation methods of selected hydraulic systems parameters.

PEK\_W03 - In the result of lesson student has extended knowledge of description of advanced hydraulic and electrohydraulic systems.

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

PEK\_U01 - In the result of lesson student is able to build hydraulic and electrohydraulic systems and analyse its working principle.

PEK\_U02 - In the result of lesson student is able to prepare to work hydraulic device or electrohydraulic and plan and execute measurements of selected parameters. On the basis of measurements results student is able to formulate appropriate conclusions.

PEK\_U03 - In the result of lesson student is able to design device with hydraulic or electrohydraulic system according to specified requirements.

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

PEK\_K01 - Student can cooperate in group during hydraulic and electrohydraulic system building and report preparation.

PEK\_K02 - Student can plan measurements during laboratory and report prepare.

PEK\_K03 - Student correctly identify and solve problems with hydraulic and electrohydraulic system building. Student formulate appropriate conclusions.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction, lecture range presentation, check form, requirements.	1
Lec2	Control and regulation methods in hydrostatic systems.	2
Lec3	Technique of hydraulic proportional control.	1
Lec4	Working principle and characteristics of directional control valves with proportional control.	1
Lec5	Working principle and characteristics of flow regulators and pressure valves with proportional control.	1
Lec6	Logic valves in proportional technique.	1
Lec7	Electrohydraulic servovalves.	1
Lec8	Hydrostatic systems of position regulation.	2
Lec9	Hydrostatic systems of force or torque regulation.	2
Lec10	Load-sensing systems in machines with hydrostatic drive.	1
Lec11	Load-sensing systems with fixed displacement pump.	1
Lec12	Load-sensing systems with variable displacement pump.	1

Lec13	Controllers in hydraulic systems.	2
Lec14	Volumetric control and regulation.	2
Lec15	Pump capacity regulation for $Q = \text{const.}$ , $p = \text{const.}$ , $N = \text{const.}$	1
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction, laboratory range presentation, check form, requirements.	1
Lab2	Throttle-serial regulation of hydraulic actuator speed.	2
Lab3	Throttle-parallel regulation of hydraulic actuator speed.	1
Lab4	Control and regulation throttle methods comparison.	2
Lab5	Application of proportional relieve valve.	1
Lab6	Experimental test for critical frequency for system with proportional directional control valve.	1
Lab7	Tests of position regulation system with electrohydraulic servovalve.	1
Lab8	Check.	1
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. report preparation N4. self study - preparation for laboratory class		

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	colloquium
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	oral response for practical verification of design and building of systems.
F2	PEK_U02	report
F3	PEK_U01 PEK_U03	student's activity note
$P = (2F1+F2+F3)/4$		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### PRIMARY LITERATURE

Stryczek S.: Hydrostatic drive (in polish). WNT, 1992.

Tomasiak E.: Hydraulic and pneumatic drives and control (in polish). Wydawnictwo Polit. Slaskiej, Gliwice, 2001

Kollek W.: Basics of design of hydraulic drives and control (in polish). Oficyna Wydaw. Polit. Wrocławskiej, 2004 .

Pizoń A.: Hydraulic and electrohydraulic control and regulation system (in polish). WNT, 1987.

Lambeck R.: Hydraulic pumps and motors. Marcel Dekker INC. New York 1983.

Pippenger J.: Hydraulic valves and control. Marcel Dekker INC. New York 1984.

Norvelle F. D.: Electrohydraulic control systems. Prentice-Hall INC, New Jersey 2000.

#### SECONDARY LITERATURE

Palczak E.: Dynamics of hydraulic components and systems (in polish). Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław, 1999

### SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Michał Stosiak tel.: 71 320-45-99 email: Michal.Stosiak@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Uszczelnienia i techniki uszczelniania**

Nazwa w języku angielskim: **Seals and sealing technique**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042127**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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. Student posiada znajomość zagadnień związanych z podstawami konstrukcji maszyn.
2. Znajomość zasad działania oraz podstaw konstrukcji układów hydraulicznych i pneumatycznych.
3. Znajomość podstaw materiałoznawstwa tworzyw sztucznych.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Zapoznanie studentów z obecnym stanem techniki uszczelniania, sposobem działania, konstrukcją różnych rodzajów uszczelnień technicznych. Przedstawienie kierunków rozwoju.

C2. Przedstawienie problemów jakie występują podczas projektowania, montażu oraz eksploatacji uszczelnień technicznych. Przedstawienie przykładowych procesów doboru uszczelnień różnych typów. Przygotowanie studentów do przeprowadzenia świadomego i prawidłowego doboru uszczelnień technicznych oraz świadomej i prawidłowej ich eksploatacji.

C3. Zdobywanie umiejętności identyfikacji oraz opisu zjawisk występujących w uszczelnieniu, dokonywania samodzielnego określenia stanu uszczelnienia na podstawie opisu wyglądu zewnętrznego oraz wybranych parametrów uszczelnienia i określania przydatności do dalszej eksploatacji.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student potrafi zdefiniować cechy charakterystyczne uszczelnień wykorzystywanych w technice oraz opisuje ich sposób działania.

PEK\_W02 - Student definiuje podstawowe parametry i zastosowanie standardowych uszczelnień technicznych dokonując ich rozróżnienia oraz identyfikacji.

PEK\_W03 - Student jest w stanie dobrać odpowiedni rodzaj uszczelnienia do potrzeb konkretnej aplikacji jednocześnie tłumacząc i opisując warunki pracy dobieranego uszczelnienia.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Student potrafi zaanalizować zjawiska występujące podczas eksploatacji uszczelnień dzięki czemu nabywa umiejętność kontrolowania oraz opisu stanu uszczelnienia.

PEK\_U02 - Student potrafi przygotować i przeprowadzić eksperyment laboratoryjny określający stan uszczelnienia.

PEK\_U03 - Student posiada umiejętność decydowania w oparciu o analizę stanu uszczelnienia o jego dopuszczeniu do użytkowania lub jego wymianie.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Student bierze udział w pracy zespołu studentów mającego na celu interpretację wyników laboratoryjnych w oparciu o wiedzę teoretyczną.

PEK\_K02 - Student nabywa umiejętność powiązania wiedzy teoretycznej z wynikami eksperymentu i formułowanie spójnych wniosków.

PEK\_K03 - Student przedstawia sformułowane w oparciu o posiadaną wiedzę oraz wyniki eksperymentu tezy na forum grupy oraz prowadzącemu wraz z uzasadnieniem.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Zapoznanie studentów z zakresem wykładu, warunkami zaliczenia oraz literaturą przedmiotu. Rola uszczelnień w konstrukcji maszyn.	2
Wy2	Przedstawienie podstawowych wymagań stawianych uszczelnieniom technicznym. Podział uszczelnień. Badania szczelności.	2

Wy3	Podstawy prawidłowego doboru uszczelnienia, analiza procesu, przykłady prawidłowej aplikacji.	2
Wy4	Uszczelnienia statyczne, opis, zasada działania, podział, materiały, zastosowanie.	2
Wy5	Uszczelnienia ruchu obrotowego, opis, zasada działania, podział, podstawowe parametry, materiały, zastosowanie.	2
Wy6	Przykładowe procesy doboru uszczelnień ruchu obrotowego. Określenie warunków pracy, wykonanie przykładowych obliczeń, dobór końcowy uszczelnienia, projekt gniazda uszczelniającego.	2
Wy7	Uszczelnienia ruchu posuwisto-zwrotnego, opis, zasada działania, podział, parametry, materiały, zastosowanie.	2
Wy8	Przykładowe procesy doboru uszczelnień tłoczyska i tłoka siłownika hydraulicznego. Określenie warunków pracy, wykonanie przykładowych obliczeń, dobór końcowy uszczelnienia, projekt gniazda uszczelniającego.	2
Wy9	Przedstawienie kierunków rozwoju współczesnych uszczelnień. Nowe trendy w technice uszczelniania.	2
Wy10	Zaliczenie kursu.	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Zapoznanie studentów z zasadami BHP obowiązującymi w laboratorium wraz z jego prezentacją, przedstawienie warunków zaliczenia.	2
Lab2	Badanie wpływu szerokości szczeliny na natężenie przepływu cieczy oraz różnicę ciśnień.	2
Lab3	Badanie wpływu kierunku ruchu tłoczyska na wielkość siły występującej w uszczelnieniu.	2
Lab4	Badanie wpływu różnicy ciśnień na siłę tarcia występującą w uszczelnieniu pakietowym tłoczyska.	2
Lab5	Badanie wpływu prędkości ruchu na siłę tarcia występującą w uszczelnieniu.	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. eksperyment laboratoryjny
- N2. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
- N3. przygotowanie sprawozdania
- N4. konsultacje
- N5. praca własna – przygotowanie do laboratorium



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	odpowiedź ustna, udział w dyskusjach problemowych
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_U03 PEK_K01÷PEK_K03	sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, odpowiedź ustna, udział w dyskusjach problemowych
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L. A. Kondakow: Uszczelnienia układów hydraulicznych, WNT 1975,</li> <li>2. E. Mayer: Uszczelnienia czołowe, WNT 1970,</li> <li>3. Seals and sealing thenbook, 2nd Edition, Trade and Technical Press Ltd., 1985 Anglia,</li> <li>4. Poradnik: Wkładki tematyczne z uszczelnień w czasopiśmie "Hydraulika i Pneumatyka",</li> </ol> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Materiały z Konferencji „Uszczelnienia i Technika Uszczelniania”, SIMP Wrocław czasopismo „Pneumatyka i Hydraulika”,</li> <li>2. H. Ebertshäuser: Dichtungen in der Fluidtechnik Resch Verlag, München 1987,</li> <li>3. F.W. Reuter: Dichtungen in der Verfahrenstechnik Resch Verlag, München 1987.</li> </ol>	

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr inż. Tomasz Siwulski tel.: 71 320-28-92 email: tomasz.siwulski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Uszczelnienia i techniki uszczelniania**

Name in English: **Seals and sealing technique**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042127**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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. The student has knowledge in areas related to the basics of the machine design.
2. The knowledge of the principles of operation and basic design of hydraulic and pneumatic systems.
3. Basic knowledge of plastics materials.

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. Acquainting students with the present sealing technology level, mode of action, construction of various types of technical seals. Presentation the directions of development.

C2. Presentation of the problems that occur during the design, installation and exploitation of technical sealings. Presentation of the example seals selection process of the various types of seals. Preparing students to make knowingly and proper selection and exploitation of technical seals.

C3. Acquiring skills for the identification and description of phenomenas occurring in the seals, doing an independent determination of the seal condition based on the description of external appearance and selected parameters of the seal and making the determination of suitability for further exploitation.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - The student is able to define the characteristics of the seals used in the technique and describe their mode of use.

PEK\_W02 - The student defines the basic parameters and the use of standard technical seals, also can make differentiation and identification of the seals.

PEK\_W03 - The student is able to select the the correct type of seal to the requirements of a particular application while explaining and describing the working conditions of selected seal.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - The student is able analyze the phenomenon occurring during the seal exploitation, so that acquires the ability to control and describe the condition of the seal.

PEK\_U02 - The student is able to prepare and conduct a laboratory experiment indicates the technical condition of the seal.

PEK\_U03 - The student has the ability to decide on authorization to exploitation or exchange the seal on the basis of analysis of the seal technical condition.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - The student taking part in the work of a team of students which aim is to interpret the laboratory results based on theoretical knowledge.

PEK\_K02 - Students gain the ability to link theoretical knowledge with the results of the experiment, and the formulation of a coherent conclusions.

PEK\_K03 - Student presents conclusions formulated on the basis of their knowledge and the results of the laboratory tests and provide their justification of the group with teacher.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	To acquaint students with the scope of the lecture, the terms of credit, and subject literature. The function of seals in the machine design.	2
Lec2	Presentation of the basic requirements for technical seals. Classification of the technical seals. Leak testing.	2

Lec3	Fundamentals of correct sealing selection, process analysis, examples of correct application.	2
Lec4	Static seals, description, principle of operation, classification, materials, applications.	2
Lec5	Seals of the rotational movement, description, principle of operation, classification, the basic parameters, materials, applications.	2
Lec6	Examples of the selection processes of rotational movement seals. Determine the working conditions, the execution of sample calculations, the final selection of seals, design of the slot of sealing.	2
Lec7	Seals of the reciprocating movement, description, principle of operation, classification, parameters, materials, applications.	2
Lec8	Examples of the seals selection process of the piston rod and piston in the pneumatic actuator. Determine the working conditions, the execution of sample calculations, the final selection of seals, design of the slot of sealing.	2
Lec9	Presentation of the directions of development of the seals. New trends in sealing technology.	2
Lec10	Completion of the course.	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Acquaint students with the safety rules in the laboratory and its presentation, the conditions of crediting.	2
Lab2	Examination of the impact the gap width on the flow rate and pressure difference.	2
Lab3	Examination of the impact the direction of movement the piston rod on the forces measure on the seal contact area.	2
Lab4	Examination of the impact of pressure difference on the frictional force occurring in the packing set seals of the piston rod.	2
Lab5	Examination of the impact moving speed on the frictional force measure on the seal contact area.	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED	
N1. laboratory experiment N2. traditional lecture with the use of transparencies and slides N3. report preparation N4. tutorials N5. self study - preparation for laboratory class	

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	oral response, participation in problems discussions
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_U03 PEK_K01÷PEK_K03	laboratory reports, oral response, participation in problems discussions
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE	
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L. A. Kondakow: The hydraulic seals, WNT 1975, (in Polish)</li> <li>2. E. Mayer: The face seals, WNT 1970, (in Polish)</li> <li>3. Seals and sealing thenbook, 2nd Edition, Trade and Technical Press Ltd., 1985 Anglia,</li> <li>4. Poradnik: The thematic inserts about seals in the journal "Hydraulics and Pneumatics", (in Polish)</li> </ol> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proceedings of the Conference "Seals and Sealing Technology", SIMP Wroclaw magazine "Pneumatics and Hydraulics", (in Polish)</li> <li>2. H. Ebertshäuser: Dichtungen in der Fluidtechnik Resch Verlag, München 1987,</li> <li>3. F.W. Reuter: Dichtungen in der Verfahrenstechnik Resch Verlag, München 1987.</li> </ol>	

SUBJECT SUPERVISOR	
dr inż. Tomasz Siwulski tel.: 71 320-28-92 email: tomasz.siwulski@pwr.edu.pl	

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Wibroakustyczne diagnozowanie maszyn i urządzeń**

Nazwa w języku angielskim: **Vibroacoustics diagnosis of machinery and equipment**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042128**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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. Posiada wiedzę z analizy matematycznej.
2. Znajomość podstawowych zagadnień z mechaniki klasycznej.
3. Potrafi rozwiązywać równania różniczkowe zwyczajne.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Opanowanie podstawowych zagadnień z zakresu wibroakustyki stosowanej.  
C2. Zapoznanie się z metodologią pomiaru wielkości wibroakustycznych oraz nabycie umiejętności interpretacji otrzymanych wyników.  
C3. Poznanie metod identyfikacji źródeł drgań i hałasu.  
C4. Zapoznanie się z metodami redukcji wibracji i hałasu generowanego przez pracujące maszyny i urządzenia.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 - Student opanuje podstawowe zagadnienia z zakresu wibroakustyki stosowanej.  
PEK\_W02 - Słuchacz potrafi zastosować typowe rozwiązania techniczne pozwalające zredukować negatywne oddziaływanie drgań i hałasu.  
PEK\_W03 - Student opanuje podstawową wiedzę teoretyczną z zakresu akustyki budowlanej.

### II. Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 - Uczestnik umie obsługiwać aparaturę kontrolno-pomiarową.  
PEK\_U02 - Student potrafi analizować i interpretować wyniki badań złożonych procesów wibroakustycznych.  
PEK\_U03 - Słuchacz potrafi zlokalizować przyczynę powstawania wibracji i hałasu w maszynach i urządzeniach.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 - Student posiada zdolności analizowania informacji o różnym poziomie złożoności.  
PEK\_K02 - Student zdobędzie wiedzę obiektywnego oceniania, argumentowania, racjonalnego tłumaczenia i uzasadniania własnego punktu widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu wibroakustyki.  
PEK\_K03 - Słuchacz opanuje zdolności przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp, wprowadzenie do wykładu	1
Wy2	Propagacja dźwięku, poziom dźwięku i drgań	2
Wy3	Wielkości akustyczne	1
Wy4	Źródła drgań i hałasu	2
Wy5	Kryteria oceny hałasu	2
Wy6	Minimalizacja drgań i hałasu	2
Wy7	Metody redukcji hałasu w maszynach i urządzeniach	4
Wy8	Akustyka budowlana	2
Wy9	Metody energetyczne w diagnozowaniu stanu akustycznego maszyn i urządzeń	2
Wy10	Zaliczenie	2

		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wstęp, wprowadzenie do laboratorium.	1
Lab2	Akustyka psychofizjologiczna, percepcja dźwięku.	2
Lab3	Pomiary mocy akustycznej w pomieszczeniach z adaptacją akustyczną.	2
Lab4	Pomiary hałasu na stanowisku pracy.	2
Lab5	Wykorzystanie sondy i holografii akustycznej w diagnozowaniu stanu akustycznego maszyn i urządzeń.	2
Lab6	Zaliczenie	1
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. prezentacja multimedialna  
N3. eksperyment laboratoryjny  
N4. przygotowanie sprawozdania  
N5. praca własna – przygotowanie do laboratorium

#### 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 PEK_K01 - PEK_K03	kolokwium
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_U03	kartkówka, sprawozdanie, odpowiedź ustna
P = F1		



## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. Cempel Cz.: Wibroakustyka Stosowana, wydawnictwo: PWN 1989. 2. Puzyna C.: Drgania i hałas, wydawnictwo: CRZZ 1967. 3. Osiński Z.: Tłumienie drgań mechanicznych, wydawnictwo: PWN 1997. 4. Engel Z.: Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. PWN 2001. 5. Goliński A.: Wibroizolacja maszyn i urządzeń. WNT 2000.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

6. Renowski J.: Hałas, wskaźniki i kryteria oceny. OWPWr 1998. 7. Ozimek E.: Dźwięk i jego percepcja. Aspekty fizyczne i psychoakustyczne, PWN 2002.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Piotr Osiński tel.: 71 320-45-98 email: [Piotr.Osinski@pwr.edu.pl](mailto:Piotr.Osinski@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Wibroakustyczne diagnozowanie maszyn i urządzeń**

Name in English: **Vibroacoustics diagnosis of machinery and equipment**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042128**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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. The student has knowledge of mathematical analysis.
2. The student has a basic knowledge of classical mechanics.
3. The student is able to solve ordinary differential equations.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Mastering the basic issues of applied vibroacoustic.
- C2. Get acquainted with the methodology of measurement of parameters of vibroacoustics and the acquisition of skills for the interpretation of the results obtained.
- C3. Knowledge of methods of identifying sources of vibrations and noise.
- C4. To become acquainted with the methods of reducing vibration and noise generated by working machines and equipment.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - The student knows the basic issues of the scope of used vibroacoustics

PEK\_W02 - The student is able to apply the common technical solutions to reduce the negative impact of vibrations and noise.

PEK\_W03 - The student has a basic knowledge of the theoretical scope of the building acoustics.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Participant knows how to handle the test apparatus.

PEK\_U02 - The student is able to analyze and interpret the results of the research complex vibroacoustics processes.

PEK\_U03 - The listener is able to determine the cause of the formation of vibration and noise in machinery and equipment.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - The student become aware that the ability to analyze information with different levels of complexity.

PEK\_K02 - Student gets knowledge objective judging, reasoning, rational and justify their own point of view, using knowledge of vibroacoustics area.

PEK\_K03 - The student develops ability to respect the Customs and rules in academia.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction	1
Lec2	Propagation of sound, sound level and vibration	2
Lec3	Acoustic units	1
Lec4	The source of vibrations and noise	2
Lec5	Criteria for the assessment of noise	2
Lec6	Minimize vibrations and noise	2
Lec7	Lec9 Reduction of noise in machines and devices	4
Lec8	Building acoustics	2
Lec9	Energy methods in the diagnosis of acoustic condition of machinery and equipment	2
Lec10	Exam	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction to the laboratory.	1
Lab2	3 Acoustics psychofizjological, perception of sound.	2
Lab3	Sound power measurements in rooms with acoustic adaptation.	2

Lab4	Measurement of noise in the workplace.	2
Lab5	The use of probes and acoustic holography diagnose acoustic status of machinery and equipment.	2
Lab6	Passing of the course	1
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. multimedia presentation N3. laboratory experiment N4. report preparation N5. self study - preparation for laboratory class		

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 PEK_K01 - PEK_K03	
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_U03	
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

1. Cempel Cz.: Used vibroacoustic, Publishe: PWN 1989.
2. Puzyna C.: Vibration and noise, Publishe: CRZZ 1967.
3. Osiński Z.: Damping mechanical vibration, Publishe: PWN 1997.
4. Engel Z.: Protection of the environment against vibrations and nois. Publishe PWN 2001.
5. Goliński A.: Vibration isolation of machines and equipment. Publishe WNT 2000.

### SECONDARY LITERATURE

6. Renowski J.: Noise indicators and assessment criteria. Publishe OWPW 1998.
7. Ozimek E.: Sound and its perception. Aspects of physical and psychoacoustical, Publishe PWN 2002.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Piotr Osiński tel.: 71 320-45-98 email: Piotr.Osinski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Inżynieria maszyn roboczych**

Nazwa w języku angielskim: **Heavy Engineering Vehicles**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042129**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20			10	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			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				

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

1. Pozytywna ocena z układów napędowych pojazdów i inżynierii pojazdów przemysłowych,
2. Zdolność analitycznego myślenia,
3. Kompetencje w zakresie języków obcych,

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Celem zajęć jest poszerzenie wiedzy z zakresu budowy układów i struktur pojazdów roboczych oraz ich elementów składowych.
- C2. Celem zajęć jest nabycie praktycznej wiedzy dotyczącej sposobu pracy różnych maszyn roboczych, ich przeznaczenia oraz obliczania podstawowych wielkości charakteryzujących ich pracę.
- C3. Celem zajęć jest nabycie praktycznych umiejętności prowadzenia obliczeń projektowych wybranych procesów a także celem jest zapoznanie słuchaczy ze sposobem automatyzacji procesów.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - potrafi dobrać właściwą maszynę roboczą do wykonywanego zadania, zidentyfikować procesy zachodzące w trakcie cyklu roboczego oraz przeprowadzić podstawowe obliczenia spodziewanych rezultatów. Pewnie rozpoznaje maszyny robocze ze względu na ich funkcje i przeznaczenie.

PEK\_W02 - potrafi opisać procesy urabiania z wykorzystaniem różnych narzędzi kształtowych, zna zasady działania układów i mechanizmów napędowych, objaśnia sposoby automatyzacji procesów oraz trudności wynikające z wprowadzenia cyklu automatycznego bądź półautomatycznego.

PEK\_W03 - potrafi wyliczać wartości podstawowe dla wybranego procesu, poszukiwać w literaturze współczynników i zależności niezbędnych do wykonania projektu

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - potrafi sformułować oraz rozwiązywać problemy związane z funkcjonowaniem maszyn roboczych, szacuje spodziewany rezultat w trakcie obliczeń rachunkowych

PEK\_U02 - potrafi zaproponować własne koncepcje układów roboczych i ich układów sterowania realizujących podobne funkcje

PEK\_U03 - potrafi posługując się również obcojęzyczną literaturą dokonywać interpretacji wyników uzyskanych w trakcie wykonywania projektu oraz korzystać z katalogów

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - jest kreatywny w działaniu oraz właściwie dobiera kolejność prowadzonych działań

PEK\_K02 - estetycznie wykonuje powierzone projekty

PEK\_K03 - jest świadomy ukończenia studiów II stopnia, jako lidera

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Ogólne wiadomości o maszynach roboczych ( przeznaczenie, zasady budowy, klasyfikacja).	2
Wy2	Struktury i układy konstrukcyjne reprezentatywnych maszyn roboczych: maszyny urabiające i ładujące (wiertnice naziemne i podziemne, kombajny ścianowe i chodnikowe, spycharki , zrywarki, zgarniarki, równiarki, ładowarki łyżkowe o ruchu ciągłym, koparki jedno- i wielonaczyniowe i wielonaczyniowe, pogłębiarki). Przykłady i realizowane funkcje.	2
Wy3	Maszyny dźwigowo-transportowe, przykłady obliczeń, zastosowania cywilno-przemysłowe.	2

Wy4	Wybrane maszyny pomocnicze, konieczność stosowania, przykłady.	2
Wy5	Podstawy mechaniki urabiania i ładowania ośrodków ziarnistych.	2
Wy6	Charakterystyka podstawowych procesów urabiania narzędziami maszyn roboczych, ukształtowania i wymagania technologiczne narzędzi urabiających.	2
Wy7	Podstawy budowy wysięgnikowych zespołów roboczych, przykłady praktyczne.	2
Wy8	Rodzaje i rozwiązania konstrukcyjne mechanizmów napędowych zespołów roboczych.	2
Wy9	Istota i przykłady automatyzacji maszyn roboczych: A) Automatyzacja procesu ładowania i odstawy urobku ładowarką łyżkową; B) Automatyzacja procesu roboczego koparki jednonaczyniowej.	2
Wy10	Budowa, zasady działania, sposoby pracy, charakterystyki techniczne, podstawy szacowania wydajności wybranych maszyn roboczych: A) Ładowarki łyżkowe; B) Spycharki, zgarniarki C) Równiarki, walce drogowe, układarki mas bitumicznych; D) Dźwignice stacjonarne i mobilne.	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Projekt obejmuje wykonanie obliczeń wybranego podzespołu wchodzącego w skład maszyny roboczej. Zakres pracy obejmuje oszacowanie obciążeń działających na ustrój, przeprowadzenie uproszczonych obliczeń wytrzymałościowych, propozycję własnego rozwiązania i wykonanie dokumentacji rysunkowej.	10
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. ćwiczenia rachunkowe

#### 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	egzamin pisemno-ustny
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_W03, PEK_U01 - PEK_U03	obrona projektu
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>1. Inżynieria maszyn roboczych. Część 1. Podstawy urabiania, jazdy, podnoszenia i obrotu, Pieczonka Kazimierz, rok wydania: 2009 (wydanie II poprawione)</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr inż. Aleksander Skurjat tel.: 71 320-23-46 email: Aleksander.Skurjat@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Inżynieria maszyn roboczych**

Name in English: **Heavy Engineering Vehicles**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042129**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20			10	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	Crediting with grade			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				

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Positive mark from drive system of vehicles and off-road vehicle engineering,
2. Analytical thinking,
3. Competence in foreign languages,

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The aim of the course is to expand knowledge in systems and structures of engineering vehicles, and their components.
- C2. The aim of the course is to acquire practical knowledge about principle of operation of different machines, their purpose and the calculation of the basic values characterizing their work.
- C3. The aim of the course is to acquire practical skills of design calculations selected processes and the aim is to acquaint listeners with the automation process.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - is able to select the proper working machine to the task, identify the processes while working cycle and perform basic calculations of the expected results. Sure recognizes working machines due to their intended use and functionality.

PEK\_W02 - can describe the processes of mining with the use of different tools shapes, knows the rules of system operation and driving mechanisms, explains how to automate processes and difficulties arising from the introduction of automatic or semi-automatic working cycle.

PEK\_W03 - can calculate basic values for the selected process, look in the literature ratios and relationships necessary to complete the project

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - is able to formulate and solve problems related to the functioning of machines, it estimates the expected result when calculating instruments

PEK\_U02 - able to propose their own ideas of working arm and their control systems performing similar functions

PEK\_U03 - is using literature to interpret the results obtained during the execution of the project and use the catalogs

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - is creative in action and actually selects the order of operations

PEK\_K02 - aesthetically performs assigned projects

PEK\_K03 - is aware of the completion of the master degree, as a leader

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	General information about working machines (purpose, principles of construction, classification).	2
Lec2	The structures and systems design representative of working machines: cutting and loading machines (drilling ground and underground longwall shearers and paving, bulldozers, rippers, scrapers, graders, loaders, continuously operated excavators and bucket digging, dredging). Examples and implemented functions.	2
Lec3	Machines for lifting and transport, examples of calculations, the use of civil and industrial.	2
Lec4	Selected auxiliary machinery, the need to use, examples.	2
Lec5	Fundamentals of engineering cutting and loading excavated material	2
Lec6	Characteristics of the basic processes of mining, tools, machines, shape and technological requirements of tools for cutting.	2
Lec7	Basics cantilever construction teams working, practical examples.	2
Lec8	Types and design solutions of the driving system for working arm mechanisms	2
Lec9	The automation and examples of working machines: A) Automate the process of loading by wheel loader B) Automate the process of excavating material by excavator	2

Lec10	Construction, principle of operation, working methods, technical characteristics, the base of estimating of material flow of selected machines: A) wheel loaders; B) dozers, scrapers, C) graders, road rollers, pavers bitumen; D) stationary and mobile cranes.	2
		Total hours: 20
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	The project includes the execution of the calculations selected component forming part of the working machine. The scope of work includes the estimation of loads acting on the structure, conduct simplified calculations of strength, a proposal for own solution and execution of drawings.	10
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. calculation exercises		

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 - oral test
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_W03, PEK_U01 - PEK_U03	project positive mark
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. Inżynieria maszyn roboczych. Część 1. Podstawy urabiania, jazdy, podnoszenia i obrotu,  
Pieczonka Kazimierz, rok wydania: 2009 (wydanie II poprawione)

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Aleksander Skurjat tel.: 71 320-23-46 email: Aleksander.Skurjat@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Inżynieria urządzeń transportu przemysłowego**

Nazwa w języku angielskim: **Engineering of industrial transport devices**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042130**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20			10	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			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. Podstawowa wiedza z mechaniki ciała stałego, podstaw konstrukcji maszyn i teorii mechanizmów oraz układów napędowych
2. Umiejętność czytania rysunków i schematów w technicznej dokumentacji maszyn i urządzeń transportu przemysłowego oraz umiejętność szkicowego przedstawiania schematów prostych struktur ustrojów nośnych oraz mechanizmów maszyn
3. Umiejętność korzystania z arkusza kalkulacyjnego oraz wykonywania rysunków 2D przy pomocy CAD

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Nabycie podstawowej wiedzy o budowie i działaniu oraz normowych zasadach obliczeń urządzeń transportu przemysłowego C1.1. Wiedza o podstawowych strukturach i cechach konstrukcyjnych ustrojów nośnych oraz układów napędowych urządzeń transportu przemysłowego o ruchu cyklicznym (dźwignic) i ruchu ciągłym (przenośników) C1.2. Wiedza o normowych parametrach warunków użytkowania dźwignic i powiązaniach z odpowiednimi parametrami technicznymi tych urządzeń zapewniającymi ich wymagane parametry eksploatacyjne C2. Nabycie podstawowych umiejętności analitycznego opisu oraz obliczania normowych parametrów użytkowania i techniczno-eksploatacyjnych parametrów urządzeń transportu przemysłowego. C2.1. Tworzenie schematów struktur ustrojów nośnych i mechanizmów urządzeń transportu przemysłowego oraz układów ich obciążeń odpowiednich dla zadanych warunków użytkowania C2.2. Umiejętności obliczeniowego wyznaczania podstawowych parametrów techniczno-eksploatacyjnych dźwignic i przenośników dla zadanych warunków ich użytkowania. C2.3. Umiejętności obliczeniowego doboru typowych części i podzespołów dźwignic oraz przenośników C3. Świadomość wzajemnych powiązań między rodzajami struktur, cechami konstrukcyjnymi i parametrami technicznymi urządzeń transportu przemysłowego a warunkami użytkowania tych urządzeń

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Zna podstawowe struktury i cechy konstrukcyjne ustrojów nośnych oraz układów napędowych urządzeń transportu przemysłowego o ruchu cyklicznym (dźwignic) i ruchu ciągłym (przenośników)

PEK\_W02 - Ma wiedzę o normowych parametrach warunków użytkowania dźwignic i powiązaniach z odpowiednimi parametrami technicznymi tych urządzeń zapewniającymi ich wymagane parametry eksploatacyjne

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi tworzyć schematy struktur ustrojów nośnych i mechanizmów urządzeń transportu przemysłowego oraz układów ich obciążeń odpowiednich dla zadanych warunków użytkowania

PEK\_U02 - Potrafi obliczeniowo wyznaczyć podstawowe parametry techniczno-eksploatacyjne dźwignic i przenośników dla zadanych warunków ich użytkowania

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Ma świadomość wzajemnych powiązań między rodzajami struktur, cechami konstrukcyjnymi i parametrami technicznymi urządzeń transportu przemysłowego a warunkami użytkowania tych urządzeń

PEK\_K02 - Ma świadomość powiązań odpowiedniej wiedzy z zakresu matematyki, mechaniki, elektrotechniki i elektroniki wykorzystywanej w inżynierii urządzeń transportu przemysłowego

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe cechy konstrukcyjno-użytkowe u.t.p. o ruchu cyklicznym (dźwignic) i o ruchu ciągłym (przenośników), przegląd i systematyka struktur głównych części oraz podzespołów, przykłady rozwiązań konstrukcyjnych	2
Wy2	Podstawowe parametry techniczno-użytkowe u.t.p., zasady ich normalizacji i kryteria oceny intensywności eksploatacji, grupy natężenia pracy dźwignic	2
Wy3	Zasady obliczania i klasyfikacji normowych parametrów warunków użytkowania dźwignic	2

Wy4	Zasady doboru struktury i konstrukcyjnego kształtowania głównych węzłów ustrojów nośnych i mechanizmów dźwignic	2
Wy5	Zasady obliczania obciążeń i sprawdzania wytrzymałości mechanizmów oraz ustrojów nośnych dźwignic wg norm europejskich	2
Wy6	Zasady doboru struktury i konstrukcyjnego kształtowania głównych węzłów nośnych i mechanizmowo-napędowych przenośników	2
Wy7	Zasady obliczania obciążeń i sprawdzania wytrzymałości głównych węzłów nośnych i mechanizmowo-napędowych przenośników	2
Wy8	Zasady obliczania i doboru zunifikowanych elementów i podzespołów w układach płaskiego poziomego przemieszczania u.t.p.	2
Wy9	Zasady obliczania i doboru zunifikowanych elementów i podzespołów w układach płaskiego pionowego przemieszczania u.t.p.	2
Wy10	Metody i układy sterowania dźwignic i przenośników	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Analiza warunków użytkowania wybranej dźwignicy i obliczenie ich normowych parametrów klasyfikacyjnych, obliczeniowe ustalenie parametrów technicznych dźwignicy zapewniających jej wymagane parametry eksploatacyjne	2
Proj2	Określenie struktury ustroju nośnego i układu napędowego wybranej dźwignicy, opracowanie schematów obliczeniowych wskazanego podzespołu ustroju nośnego i układu napędowego dźwignicy, obliczenia normowych obciążeń wskazanych podzespołów	2
Proj3	Ustalenie węzłów najistotniejszych dla bezpieczeństwa podzespołu ustroju nośnego i układu napędowego wybranej dźwignicy, wstępny dobór typowych elementów wskazanego podzespołu układu napędowego dźwignicy, wykonanie konstrukcyjnych szkiców wybranych węzłów ustroju nośnego i układu napędowego dźwignicy	2
Proj4	Obliczenia maksymalnych przeciążeń wybranego elementu wskazanego podzespołu układu napędowego dźwignicy w okresach jej nieustalonych ruchów roboczych i sprawdzenie poprawności doboru typowych elementów	2
Proj5	Analiza warunków użytkowania wybranego przenośnika i wstępne obliczenie parametrów technicznych zapewniających jego wymagane parametry eksploatacyjne, określenie struktury układu napędowego przenośnika, wstępny dobór typowych elementów wskazanego podzespołu układu napędowego przenośnika, wykonanie szkicu konstrukcyjnego wybranego węzła tego podzespołu	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. konsultacje  
N3. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N4. praca własna - przygotowanie do 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_K	kolokwium
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_K	Odpowiedzi ustne przy oddawaniu projektu
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>[1] Piątkiewicz A., Sobolski R. – Dźwignice. WNT Warszawa 1977</p> <p>[2] Goździcki M., Świątkiewicz H. – Przenośniki. WNT Warszawa 1978</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <p>[1] Vershoof J. - Cranes. Design, Practice and Maintenance. Professional Engineering Publishing Limited, London &amp; Bury St. Edmonds 2000</p> <p>[2] Gładysiewicz L. – Przenośniki taśmowe. Teoria i obliczenia. Wyd. Politechniki Wrocław. 2003r.</p> <p>[3] Norma EN13001-1:2007 - Bezpieczeństwo dźwignic. Ogólne zasady projektowania. Część 1. Postanowienia ogólne i wymagania</p> <p>[4] Norma EN13001-2:2007 - Bezpieczeństwo dźwignic. Ogólne zasady projektowania. Część 2. Obciążenia</p> <p>[5] Katalogi zunifikowanych części dźwignic i przenośników firm FAMAK, DEMAG, ABUS, KONE CRANES, AUMUND</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr inż. Robert Czabanowski tel.: 71 320-28-37 email: robert.czabanowski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Inżynieria urządzeń transportu przemysłowego**

Name in English: **Engineering of industrial transport devices**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042130**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20			10	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	Crediting with grade			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. Basic knowledge of solid mechanics, machine design basics, and theory of mechanisms and propulsion systems
2. Ability to read drawings and diagrams in the technical documentation for machinery and industrial transport systems, and the ability to sketch diagrams presenting schemes of simple load-carrying structures and mechanisms of machines
3. The ability to use a spreadsheet program and make 2D drawings using CAD

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. Gain basic knowledge about the structure, function, and code-based principles behind calculations for industrial transport systems. C1.1. Knowledge of basic forms and construction features of load-carrying structures, as well as propulsion mechanisms for industrial transport systems of cyclic (cranes), and continuous (conveyors) operations, respectively. C1.2. Knowledge of the code parameters governing the conditions of use of cranes and their connection with the relevant technical requirements to ensure that operating characteristics are met.

C2. C2 Gain basic knowledge and skill in the analytical description and calculation of code-based exploitation parameters as well as technical and operating parameters of industrial transport equipment. C2.1. Creating schemes for load-carrying structures and mechanisms of devices for industrial transportation and their load systems, appropriate for their given conditions of use. C2.2. Ability to carry out calculations of basic parameters to satisfy assumed technical and operating conditions for cranes and conveyors. C2.3. Skill in calculation and selection of typical parts and components of cranes and conveyors

C3. Awareness of the inter-relationship between types of structures, design features and technical parameters of industrial transport equipment and conditions for use of these devices

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Knows the basic structure and design features of load-carrying structures and propulsion systems for industrial transport equipment with cyclic (cranes) and continuous (conveyors) operations, respectively.

PEK\_W02 - Has knowledge of the code parameters governing the use of cranes and the relationship to the relevant technical parameters to ensure the required operating characteristics for these devices are met.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Can create diagrams of load-carrying structures and mechanisms in industrial handling equipment, together with their load systems appropriate to the given conditions of their use.

PEK\_U02 - Can calculate basic technical and operating parameters for cranes and conveyors, appropriate to the given conditions for their use

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Is aware of the interconnections between the types of structures, design features and technical parameters of industrial transport equipment and conditions for use of these devices

PEK\_K02 - Recognizes the linkages adequate knowledge of mathematics, mechanics, electrical engineering and electronics engineering used in the industrial transport devices

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Basic structural and operational features of a cyclic (cranes) and continuous (conveyors) operating industrial transport devices i.t.d., review of their structures, major parts and components, examples of design solutions	2
Lec2	Basic technical and operational parameters of the i.t.d., principles of standardization and evaluation criteria for intensive use, the duty exploitation groups of cranes	2

Lec3	Principles of calculation and classification of the code-based operating conditions for cranes	2
Lec4	Rules for the selection of the form and the structural development of the major nodes in load-carrying structures and mechanisms of cranes	2
Lec5	Rules for load calculation and strength checks for load-carrying structures and mechanisms of cranes, according to European standards	2
Lec6	Rules for selection of structure type and structural development of major carrying joints and mechanisms-drive nodes of conveyors	2
Lec7	Rules for loads and proof calculations of major load-carrying joints and mechanisms-drive nodes of conveyors	2
Lec8	Principles of calculation and selection of the unified elements and components in the i.t.d. systems with flat horizontal movement	2
Lec9	Principles of calculation and selection of the unified elements and components in the i.t.d. systems with flat vertical movement	2
Lec10	Methods and systems of control for cranes and conveyors	2
		Total hours: 20
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Analysis of the operating conditions for a given crane and calculation of its code-based classification parameters, determination of crane technical parameters to ensure meeting its required operating characteristics	2
Proj2	Determination of the load-carrying structure and propulsion system for a given crane, development of computational schemes for indicated superstructure subassembly and propulsion system, code-based loads calculations for specified components of the crane	2
Proj3	For a selected crane, determination of the most important nodes for safety of the load-carrying structure and propulsion system, initial selection of typical elements of the specified subassembly of the crane propulsion system, design sketches of the selected nodes in the load-carrying structure and propulsion system.	2
Proj4	The calculation of the maximum overload for the selected elements of a given crane propulsion system subassembly in its transient periods of work, and validation of the typical elements selection	2
Proj5	Analysis of conveyor operational conditions and initial calculation of technical parameters to satisfy these conditions, determination of the structure of the conveyor drive system, initial selection of typical elements of the conveyor drive subassembly, execution of a design sketch of a selected node of this subassembly	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. tutorials N3. self study - self studies and preparation for examination N4. self study - preparation for project class

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_K	Test
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_K	Answers during design presentation
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

- [1] Piątkiewicz A., Sobolski R. – Cranes. WNT Warsaw 1977
- [2] Goździecki M., Świątkiewicz H. – Conveyors. WNT Warsaw 1978

### SECONDARY LITERATURE

- [1] Vershoof J. - Cranes. Design, Practice and Maintenance. Professional Engineering Publishing Limited, London & Bury St. Edmonds 2000r.
- [2] Gładysiewicz L. – Belt conveyors. Theory and calculations. Publ. Wrocław University of Technology 2003r.
- [3] European Standard EN13001-1:2007 - Crane safety. General design. Part 1. General principles and requirements
- [4] European Standard EN13001-2:2007 - Crane safety. General design. Part 2. Load effects.
- [5] Catalogues of unified components of cranes and conveyors offered by firms: FAMAK, DEMAG, ABUS, KONE CRANES, AUMUND

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Robert Czabanowski tel.: 71 320-28-37 email: robert.czabanowski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Napędy hybrydowe w pojazdach i maszynach roboczych**

Nazwa w języku angielskim: **Hybrid drives in working machines and vehicles**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042131**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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. Ma wiedzę w zakresie budowy układów napędowych pojazdów i maszyn roboczych. Ma świadomość wpływu zastosowanych rozwiązań na środowisko. Posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu matematyki i fizyki.
2. Posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu projektowania algorytmów sterowania. Zna odpowiednią terminologię. Posiada podstawową wiedzę z zakresu zasad działania elementów elektronicznych.
3. Potrafi posługiwać się przyrządami i układami pomiarowymi. Potrafi pracować grupowo w różnych rolach oraz opracowywać i formułować wnioski.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Celem zajęć jest poszerzenie wiedzy z zakresu projektowania i zasad działania układów napędowych w tym hybrydowych. Student potrafi projektować układy sterowania w układach hybrydowych maszyn roboczych, zna charakterystyki trakcyjne wybranych pojazdów.

C2. Celem zajęć jest poszerzenie wiedzy z zakresu zjawisk dynamicznych, prowadzenia badań eksperymentalnych. Potrafi pozyskiwać, również z literatury obcojęzycznej materiały i je wykorzystać.

C3. Celem zajęć jest nabycie praktycznych umiejętności planowania eksperymentu, przeprowadzenia go a także interpretacji wyników. Student ma świadomość wpływu wybranych rozwiązań na środowisko i potrafi posługiwać się poprawną terminologią.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - ma poszerzona wiedzę z zakresu stosowanej terminologii związanej z działaniem układów napędowych w tym hybrydowych w maszynach i pojazdach roboczych;

PEK\_W02 - ma wiedzę niezbędną do przeprowadzenia prawidłowego doboru poszczególnych elementów w hybrydowych układach napędowych oraz formułuje i rozwiązuje problemy z tym związane;

PEK\_W03 - objaśnia mechanizm powstawania strat energetycznych podczas transformacji i przesyłu energii oraz dobiera algorytm sterowania układu hybrydowego.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - potrafi opracować prosty plan badań eksperymentalnych, przeprowadzić go, oraz sformułować wnioski

PEK\_U02 - potrafi zaprojektować układ napędowy tak, aby otrzymać założony cel działania

PEK\_U03 - potrafi sporządzić ścieżkę przepływu mocy i oszacować straty mocy w projektowanym układzie napędowym

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - zna zakres posiadanej przez siebie wiedzy i posiadanych umiejętności i rozumie potrzebę ciągłego doskonalenia się i rozwoju zawodowego;

PEK\_K02 - samodzielnie inicjuje i podejmuje proste zadania badawcze;

PEK\_K03 - potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Pojęcie układu napędowego, hybrydowego, typy i rodzaje układów napędowych; Jedno i wieloźródłowe układy napędowe.	2
Wy2	Pierwotne i wtórne źródła energii: elektrycznej, mechanicznej hydraulicznej elektrochemicznej; Pojęcie kaloryczności paliw. Ogniwa paliwowe. Sprawność przetwarzanej energii. Przekształtniki energii prądu stałego i zmiennego stosowane w pojazdach.	2
Wy3	Szczegółowy przegląd metod magazynowania energii. Problemy i ograniczenia z tym związane. Opory i zapotrzebowanie mocy podczas ruchu.	2



Wy4	Struktury równoległych hybrydowych układów napędowych. Dobór elementów i obliczenia.	2
Wy5	Struktury szeregowych hybrydowych układów napędowych. Dobór elementów i obliczenia.	2
Wy6	Struktury mieszane hybrydowych układów napędowych. Dobór elementów i obliczenia	2
Wy7	Układy napędowe typu "mild", dobór elementów i obliczenia. Niekonwencjonalne układy napędowe maszyn i pojazdów.	2
Wy8	Obliczeniowe metody doboru poszczególnych elementów hybrydowych układów napędowych. Problemy związane z dostarczeniem odzyskanej energii do źródła. Ilość i sprawność odzyskanej energii w zależności od cyklu jazdy pojazdu.	2
Wy9	Proces hamowania rekuperacyjnego pojazdów kołowych. Problemy z odbiorem energii i zachowaniem kierunku ruchu. Budowa hamulców hybrydowych.	2
Wy10	Modelowanie hybrydowych układów napędowych pojazdów kołowych. Modelowanie źródeł i odbiorników energii.	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Badania sprawności układu napędowego wciągarki suwnicy pomostowej.	2
Lab2	Badanie możliwości akumulacji energii w hydrostatycznym układzie napędowym wysięgnika ładowarki łyżkowej.	2
Lab3	Akumulacja i rekuperacja energii w bezwładnościowych układach napędowych.	2
Lab4	Energooszczędność procesu napełniania łyżki pojazdu przemysłowego.	2
Lab5	Badanie hydrostatycznego układu napędowego jazdy.	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. eksperyment laboratoryjny  
N3. prezentacja multimedialna

#### 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 PEK_K01,02	kolokwium
P = kolokwium		

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 PEK_K03	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych, kartkówka
P = średnia ocen pozytywnych ze sprawozdań i kartkówek z ćwiczeń laboratoryjnych		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. „Electric and hybrid vehicles Design Fundamentals”, Husain I., CRC PRESS, 2011</li> <li>2. „Fundamentals of hybrid vehicle drives”, Szumanowski A, Warszawa-Radom, 2000</li> <li>3. „Hybrid Electric Vehicles Design”, Szumanowski A., Instytut Technologii Eksploatacji-PIB / 2006</li> <li>4. „Akumulacja energii w pojazdach”, Szumanowski A., WKŁ, 1984</li> <li>5. „Pojazdy samochodowe o napędzie elektrycznym i hybrydowym”, Michałowski K., Ocioszyński J., WKŁ, Warszawa 1989</li> <li>6. „Alternatywne paliwa i układy napędowe pojazdów”, Merksiz J. Pielucha I., Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2006</li> <li>7. „Samochody z napędem elektrycznym”, Popławski E. WKŁ, Warszawa, 1994</li> <li>8. „Energetyka energooszczędnych układów napędowych maszyn roboczych”, Ocioszyński J., Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1994</li> <li>9. „Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, Second Edition”, Ehsani M., Gao Y., CRC PRESS, 2009</li> <li>10. „Propulsion systems for hybrid vehicles”, Miller J. M., The Institution of Electrical Engineers, 2003</li> <li>11. „Electric Vehicle Technology Explained”, Larminie J., Lowry J., WILEY, 2003</li> <li>12. „Racjonalizacja pracy układu energetycznego samochodu osobowego z wykorzystaniem logiki rozmytej”, Praca doktorska Korniak J., promotor: prof. dr hab. R. Rojek.</li> </ol> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Aleksander Skurjat tel.: 71 320-23-46 email: [Aleksander.Skurjat@pwr.edu.pl](mailto:Aleksander.Skurjat@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Napędy hybrydowe w pojazdach i maszynach roboczych**

Name in English: **Hybrid drives in working machines and vehicles**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042131**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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. Student has a knowledge in a frame of earth working machines and vehicles driving systems. Student is aware of solved putted into use on environmental. Student has an advanced knowledge in a frame of mathematics and physics.
2. It has an advanced knowledge of the design of control algorithms. He knows the proper terminology. It has a basic knowledge of the principles of operation of electronic components.
3. Can use measuring devices and measuring devices. Able to work in groups in various roles, and to develop and formulate conclusions.

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. The aim of the course is to expand knowledge of the design and operating principles powertrains including hybrids. The student is able to design control systems for hybrid systems working machines, known traction characteristics of selected vehicles.

C2. The course aims to raise awareness of the range of dynamic phenomena, experimental research. It can acquire, also with foreign literature and materials to use them.

C3. The aim of the course is the acquisition of practical skills experiment planning, conducting it and interpreting the results. The student is aware of the impact of selected environmental solutions and is able to use the correct terminology.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - has extended knowledge of the terminology associated with the operation of propulsion systems including hybrid

machines and work vehicles;

PEK\_W02 - has the knowledge necessary to carry out a proper selection of individual elements in hybrid drive systems and to formulate and solve related problems;

PEK\_W03 - explains the mechanism of energy loss during the transformation and transmission of energy and chooses the control algorithm of the hybrid system.

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

PEK\_U01 - able to develop a simple plan of experimental research, carry the experiment, and to formulate conclusions

PEK\_U02 - able to design a propulsion system so as to obtain its brief foredesing action

PEK\_U03 - be able to specify a path for power and estimate the power flow dissipation in the proposed drive system

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

PEK\_K01 - know the range of having own knowledge and own skills and understands the need for continuous training and professional development;

PEK\_K02 - indeividually initiates and takes a simple research tasks;

PEK\_K03 - can indyvidually search the literature and also in foreign languages.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	The concept of the propulsion system, hybrid types and propulsion systems, single and multi-source power systems.	2
Lec2	Primary and secondary sources of energy: electrical, mechanical, hydraulical, fue -calorific value. Fuel cells. The efficiency of energy processed. Power converters for AC and DC operated from vehicles.	2
Lec3	A detailed overview of the energy storage. The problems and limitations associated with it. Resistance and power consumption while moving.	2
Lec4	Structure parallel hybrid powertrain. The choice of elements and calculations.	2

Lec5	The structure of serial hybrid drive systems. The choice of elements and calculations.	2
Lec6	Structures mixed hybrid propulsion systems. The choice of elements and calculations	2
Lec7	Propulsion systems of "mild", selection of components and calculations. Non-conventional propulsion systems equipment and vehicles.	2
Lec8	Computational method for selecting the individual components of hybrid powertrains. Problems associated with the delivery of energy recovered to the source. The amount and efficiency of energy recuperation based on the cycle of the vehicle.	2
Lec9	The recuperative braking wheeled vehicles. Problems with receiving energy and preserving the direction of motion. Construction of hybrid brakes.	2
Lec10	Modeling of hybrid drive systems for wheeled vehicles. Modeling of sources and receivers of energy.	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Performance testing of the propulsion system overhead traveling crane.	2
Lab2	Study the possibility of accumulation of energy in the hydrostatic drive system loader excavated arm bucket.	2
Lab3	Accumulation and recuperation of energy in the inertial propulsion system.	2
Lab4	Energy efficiency of the bucket filling process of earth working vehicle.	2
Lab5	Hydrostatic driving system experimental test.	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. multimedia 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 PEK_K01,02	final test

P = kolokwium

#### 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 PEK_K03	report on laboratory exercises, short tests

P = średnia ocen pozytywnych ze sprawozdań i kartkówek z ćwiczeń laboratoryjnych

#### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

##### PRIMARY LITERATURE

- 1 "Electric and hybrid vehicles Design Fundamentals", Husain, I., CRC PRESS, 2011
- 2 "Fundamentals of hybrid vehicle drives," Szumanowski A Warsaw-Radom, 2000
- 3 "Hybrid Electric Vehicles Design", Szumanowski A., Institute for Sustainable Technologies NRI / 2006
- 4 "The accumulation of energy in vehicles", Szumanowski A., optics, 1984
- 5 "Motor vehicles with electric and hybrid", K. Michalowski, Ocioszyński J., optics, Warsaw 1989
- 6 "Alternative fuels and vehicle propulsion systems", J. Diaper Merkisz I., Publisher University of Technology, Poznan, 2006
- 7 "Electric vehicles", Poplawski E. optics, Warsaw, 1994
- 8 "Energy efficient powertrains working machines", Ocioszyński J., Publishing House of Warsaw University of Technology, Warsaw, 1994
- 9 "Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, Second Edition", M. Ehsani, Y. Gao, CRC PRESS, 2009
- 10th "Propulsion systems for hybrid vehicles," Miller JM, The Institution of Electrical Engineers, 2003
- 11th "Electric Vehicle Technology Explained", Larminie J., Lowry, J., Wiley, 2003
- 12th "The rationalization of labor power system of a passenger car using fuzzy logic", PhD thesis Korniak J., supervisor: prof. Assoc. Mr Rojek.

##### SECONDARY LITERATURE

#### SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Aleksander Skurjat tel.: 71 320-23-46 email: Aleksander.Skurjat@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Układy mechatroniczne w pojazdach i maszynach roboczych**

Nazwa w języku angielskim: **Mechatronics systems in industrial vehicles and machines**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042132**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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. Ma podstawową wiedzę z automatyki potwierdzoną zaliczeniem stosownego kursu na poziomie akademickim
2. Ma podstawową wiedzę z teorii maszyn i mechanizmów



## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy o budowie, programowaniu i eksploatacji mechatronicznych systemów maszyn roboczych i pojazdów
- C2. Nabycie umiejętności badań eksperymentalnych oraz diagnozowania stanu technicznego mechatronicznych układów maszyn roboczych i pojazdów
- C3. Nabywanie i utrwalanie świadomości wzajemnego powiązania wiedzy z mechaniki, elektroniki i informatyki oraz świadomości ponoszenia odpowiedzialności za wykonywaną pracę

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - posiada wiedzę o sensorach stosowanych w maszynach roboczych i pojazdach

PEK\_W02 - posiada podstawową wiedzę o sterownikach i magistralach danych stosowanych w maszynach roboczych i pojazdach przemysłowych

PEK\_W03 - posiada wiedzę o budowie i zasadach funkcjonowania typowych układów mechatronicznych stosowanych w maszynach roboczych i pojazdach przemysłowych

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - potrafi przeprowadzić badania eksperymentalne i diagnostykę typowego systemu mechatronicznego pojazdu przemysłowego

PEK\_U02 - potrafi przeprowadzić badania eksperymentalne i diagnostykę typowego systemu mechatronicznego dźwigni

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - ma świadomość i zrozumienie wzajemnego powiązania wiedzy z mechaniki, elektroniki i informatyki

PEK\_K02 - ma świadomość ponoszenia odpowiedzialności za wykonywaną pracę

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Sensory w układach mechatronicznych maszyn roboczych i pojazdów. Sensory temperatury. Przetworniki zbliżeniowe i strefowe	2
Wy2	Sensory w układach mechatronicznych maszyn roboczych i pojazdów. Sensory przemieszczenia liniowego i kątownego. Sensory prędkości oraz przyspieszenia	2
Wy3	Sensory w układach mechatronicznych maszyn roboczych i pojazdów. Sensory do pomiaru sił, momentów, ciśnień i przepływów	2
Wy4	Sterowniki i panele operatorskie w układach mechatronicznych maszyn roboczych i pojazdów oraz ich programowanie	2
Wy5	Typowe standardy komunikacji stosowane w układach sterowania pojazdów i maszyn roboczych	2
Wy6	Systemy nawigacji stosowane w pojazdach przemysłowych	2
Wy7	Systemy automatycznego urabiania ośrodków zwięzłych oraz załadunku i rozładunku materiałów rozdrobnionych	2

Wy8	Zaawansowane systemy automatyki wspomagające proces sterowania osprzętem pojazdów do prac ziemnych	2
Wy9	Automatyzacja procesów magazynowania i przeładunku	2
Wy10	Przegląd systemów automatyki stosowanych w dźwignicach	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Kompletacja i programowanie układu sterowania manipulatorem maszyny roboczej	2
Lab2	Badania systemu monitorowania stanu wyężenia konstrukcji żurawia	2
Lab3	Badania eksperymentalne nowej generacji mechatronicznego systemu skrętu pojazdu przemysłowego	2
Lab4	Badanie automatycznego systemu sterowania cyklami pracy suwnicy natorowej	2
Lab5	Badania eksperymentalne robota do diagnostyki lin kolejek linowych	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. eksperyment laboratoryjny  
N2. konsultacje  
N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N4. przygotowanie sprawozdania  
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_W03	kolokwium
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_U03, PEK_K01÷PEK_K02	sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, kartkówki - wejściówki
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] Szlagowski J.: Automatyzacja pracy maszyn roboczych. Metodyka i zastosowania. WKiŁ, 2010r.[2] Dudziński P.: Lenksysteme für Nutzfahrzeuge - Theorie und Praxis. Springer, 2005r.[3] Czabanowski R.: Sensory i systemy pomiarowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010r.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] Korzeń Z.: Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania. Tom I i II. Instytut Logistyki iMagazynowania, 1998r.[2] Zimmermann W., Schmidgall R.: Magistrale danych w pojazdach. WKiŁ, 2008[3] PLUS+1 GUIDE - User Manual. Sauer-Danfoss 2012r.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Andrzej Kosiara tel.: 71 320-23-46 email: Andrzej.Kosiara@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Układy mechatroniczne w pojazdach i maszynach roboczych**

Name in English: **Mechatronics systems in industrial vehicles and machines**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042132**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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. Has basic knowledge of automation confirmed by completion of relevant course at university level
2. Has basic knowledge of the theory of machines and mechanisms

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To gain knowledge of the structure, programming and operation of mechatronic systems working machines and vehicles
- C2. To gain skills of experimental research and diagnostics of mechatronic systems of working machines and vehicles
- C3. To gain and consolidate awareness of links between knowledge of mechanics, electronics and computer science and awareness of the responsibility for the work

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - has knowledge of sensors used in working machines and vehicles

PEK\_W02 - has basic knowledge of controllers and communication standards used in working machines and industrial vehicles

PEK\_W03 - has knowledge of structure and principles of operation of the typical mechatronic systems used in working machines and industrial vehicles

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

PEK\_U01 - is able to carry out experimental research and diagnostics of a typical industrial vehicle mechatronic system

PEK\_U02 - is able carry out experimental research and diagnostics of a typical mechatronic system of crane

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

PEK\_K01 - is aware of and understanding the relationship between knowledge of mechanics, electronics and computer science

PEK\_K02 - is aware of the responsibility for the work

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Organizational matters. Sensors in mechatronic systems of working machines and vehicles. Temperature sensors. Proximity transducers	2
Lec2	Sensors in mechatronic systems of working machines and vehicles. Sensors of linear and angular displacement. Speed and acceleration sensors	2
Lec3	Sensors in mechatronic systems of working machines and vehicles. Sensors for measurement of forces, moments, pressures and flows	2
Lec4	Controllers and operator panels in mechatronic systems of working machines and vehicles and their programming	2
Lec5	Typical communication standards used in control systems of vehicles and working machines	2
Lec6	Navigation systems used in industrial vehicles	2
Lec7	Automatic systems for excavating and loading of crushed material	2
Lec8	Advanced automation systems supporting the process of positioning of manipulators of earthmoving machines	2
Lec9	Automation of storage and transshipment processes	2
Lec10	Overview of automation systems used in cranes	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Selection of elements and programming of the control system of working machine manipulator	2

Lab2	Examination of jib crane monitoring system	2
Lab3	The investigation of the new generation's mechatronic steering system for articulated vehicle	2
Lab4	Testing of an automatic control system for overhead travelling crane work cycles	2
Lab5	Experimental studies of a robot used for ropeway's rope diagnostics	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. laboratory experiment N2. tutorials N3. self study - preparation for laboratory class N4. report preparation 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_W03	test
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_U03, PEK_K01÷PEK_K02	laboratory reports, short tests
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

[1] Szlagowski J.: Automatyzacja pracy maszyn roboczych. Metodyka i zastosowania. WKiŁ, 2010r.[2] Dudziński P.: Lenksysteme für Nutzfahrzeuge - Theorie und Praxis. Springer, 2005r.[3] Czabanowski R.: Sensory i systemy pomiarowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010r.

### SECONDARY LITERATURE

[1] Korzeń Z.: Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania. Tom I i II. Instytut Logistyki i Magazynowania, 1998r.[2] Zimmermann W., Schmidgall R.: Magistrale danych w pojazdach. WKiŁ, 2008[3] PLUS+1 GUIDE - User Manual. Sauer-Danfoss 2012r.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Andrzej Kosiara tel.: 71 320-23-46 email: Andrzej.Kosiara@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Wirtualne prototypowanie pojazdów i maszyn roboczych**

Nazwa w języku angielskim: **Virtual prototyping of vehicles and working machines**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042133**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20			10	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			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. Zna zagadnienia związane z wykorzystaniem narzędzi informatycznych CAD/CAM w obszarze projektowania i wytwarzania.
2. Potrafi prowadzić prace projektowo-konstrukcyjne prostych zespołów maszynowych; zna narzędzia metodologiczne oraz algorytmiczne wykorzystywane w projektowaniu; potrafi stosować w praktyce poznane programy komputerowe do wspomagania prac inżynierskich.
3. Potrafi budować modele, rozwiązywać podstawowe zagadnienia z zakresu statyki, dynamiki i obciążeń cieplnych w maszynach, urządzeniach i pojazdach z wykorzystaniem metod elementów skończonych.



## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Pozyskanie wiedzy na temat projektowania pojazdów przemysłowych i maszyn roboczych.  
C2. Zdobywanie umiejętności posługiwania się nowoczesnymi metodami i narzędziami do projektowania pojazdów przemysłowych i maszyn roboczych.  
C3. Utrwalenie umiejętności pracy w grupie.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma poszerzoną wiedzę w zakresie optymalnego doboru materiałów inżynierskich w oparciu o właściwości mechaniczne, fizyczne i eksploatacyjne oraz kryteria technologiczne, użytkowe i ekonomiczne.

PEK\_W02 - Ma poszerzoną wiedzę w zakresie współczesnych technik projektowania i konstruowania maszyn i urządzeń; ma wiedzę o najnowszych strategiach projektowania.

PEK\_W03 - Ma szczegółową i ugruntowaną teoretycznie wiedzę na temat projektowania, pojazdów przemysłowych i maszyn roboczych.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - potrafi sporządzać zbiory rozwiązań koncepcyjnych układów kinematycznych maszyn i urządzeń, dokonać selekcji; potrafi stosować współczesne strategie i techniki w projektowaniu elementów i zespołów maszyn i pojazdów, w tym wykonać obliczenia statyki i dynamiki w zakresie liniowym i nieliniowym za pomocą narzędzi CAD

PEK\_U02 - potrafi przeprowadzić dobór materiału lub opracować założenia projektowe na podstawie baz danych i założeń dotyczących wymagań eksploatacyjnych elementów lub zespołów konstrukcyjnych maszyn i urządzeń

PEK\_U03 - potrafi pozyskiwać i stosować informacje z literatury, baz danych i innych dostępnych źródeł do działań o charakterze inżynierskim w zakresie projektowania, eksploatacji maszyn oraz technik wytwarzania

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Nabywa dbałości o estetykę wykonywanych prac, w tym projektów i raportów.

PEK\_K02 - Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.

PEK\_K03 - Potrafi pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Definicje. Rola wirtualnego prototypowania we współczesnej technice. Obszary zastosowań.	2
Wy2	Wirtualne prototypowanie jako połączenie modelowania 3D, symulacji procesu wytwarzania i numeryczne badania własności wytrzymałościowych, funkcjonalnych (kinematycznych, dynamicznych), ergonomicznych (obsługa, serwis).	2
Wy3	Modelowanie bryłowe we współczesnych systemach CAD: możliwości i ograniczenia. Elementy zunifikowane w systemach CAD. Biblioteki elementów znormalizowanych. Zarządzanie złożonym projektem w systemach CAD. Praca grupowa w systemach CAD.	2

Wy4	Badania numeryczne (MES, MBS) przy pomocy narzędzi zaimplementowanych w systemach CAD. Możliwości i ograniczenia. Narzędzia obliczeniowe do wspomagania pracy projektanta zintegrowane w systemach CAD. Obliczanie typowych elementów maszyn (np.: wałka).	2
Wy5	Narzędzia (programy) do badań numerycznych (symulacji) projektowanych obiektów: analizy wytrzymałościowe: statyczne i dynamiczne (MES: Abaqus, Nastran), analizy kinematyki i dynamiki (MBS: Adams, Matlab+Simulink, itd.). Konwersja i adaptacja danych (modeli numerycznych) pomiędzy różnymi systemami CAD/MES/MBS. Formaty standardowe.	2
Wy6	Analiza wytrzymałościowa: budowa modelu obliczeniowego (import i adaptacja modelu bryłowego do potrzeb analizy metodą elementów skończonych, definicja materiałów i modeli obliczeniowych, wybór rodzaju i wielkości elementów, dyskretyzacja, definicja obciążeń i warunków brzegowych – również ich wariantów).	2
Wy7	Analiza wytrzymałościowa: wybór metody rozwiązania numerycznego, prezentacja wyników obliczeń, ocena ich poprawności, szacowanie błędów, optymalizacja modelu obliczeniowego. Nieliniowości w modelach obliczeniowych (geometryczne i materiałowe), modele obliczeniowe z zagadnieniami nieliniowymi – sposoby rozwiązywania.	2
Wy8	Analiza kinematyki i dynamiki obiektu jako układu wielomasowego (MBS): Definiowanie parametrów elementów składowych i połączeń między nimi. Modele i submodele elementów gotowych (np.: koła oponowego), definiowanie interakcji elementów projektowanego obiektu, wzajemnej oraz z otoczeniem (np.: podłożem).	2
Wy9	Analiza MBS: Definiowanie warunków brzegowych. Wybór metody i określenie parametrów symulacji, ich wpływ na poprawność uzyskiwanych wyników. Sposoby prezentacji wyników symulacji (animacje, diagramy, itd.), ocena wyników obliczeń numerycznych, szacowanie błędów i możliwości ich ograniczania. Modelowanie układów hydraulicznych i ich współpraca z układami mechanicznymi.	2
Wy10	Wymiana danych (i wyników obliczeń) pomiędzy systemami MBS i MES. Modelowanie i badania numeryczne złożonych obiektów: pojazdów przemysłowych i maszyn roboczych oraz ich układów napędowych i roboczych. Układy hydrauliczne i pneumatyczne tych obiektów w połączeniu z układami mechanicznymi.	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Wybór obiektu i opracowanie jego koncepcji. Zdefiniowanie projektowanego obiektu i określenie założeń konstrukcyjnych – funkcje, gabaryty, obciążenia i prędkości ruchów.	1
Proj2	Budowa modelu 3D projektowanego obiektu.	2
Proj3	Modelowanie: właściwości masowych, połączeń kinematycznych, układu napędowego obiektu oraz wymuszeń zewnętrznych. Badania numeryczne: optymalizacja właściwości dynamicznych obiektu i określenie obciążeń dla obliczeń wytrzymałościowych.	3
Proj4	Budowa modelu numerycznego (MES) projektowanych podzespołów. Wybór metody analizy numerycznej (MES) z uwagi na ewentualne nieliniowości geometryczne i nieliniowości materiałów. Określenie i analiza wymaganych kombinacji obciążeń. Obliczenia numeryczne. Weryfikacja i analiza otrzymanych wyników obliczeń.	3

Proj5	Optimalizacja obiektu z uwzględnieniem przyjętych kryteriów, niezbędne modyfikacje geometrii oraz analiza kinematyczna i dynamiczna zmodyfikowanego obiektu.	1
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. prezentacja multimedialna  
N3. praca własna - przygotowanie do projektu  
N4. prezentacja projektu  
N5. konsultacje

#### 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	kolokwium
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_U03, PEK_K01-PEK_K03	zaliczenie projektu
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Dudzinski P., Lenksysteme für Nutzfahrzeuge, Springer, 2004

Ahmed A. Shabana, Dynamic of Multibody Systems, Cambridge University Press, 1998

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

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

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Rusiński E.: Zasady projektowania konstrukcji nośnych pojazdów samochodowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.

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

Dudczak, A., Koparki: teoria i projektowanie, PWN, 2000

Piatkiewicz, A. , Sobolski R., tytuł: Dzwignice, WNT, 1978

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Robert Czabanowski tel.: 71 320-28-37 email: robert.czabanowski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Wirtualne prototypowanie pojazdów i maszyn roboczych**

Name in English: **Virtual prototyping of vehicles and working machines**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042133**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20			10	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	Crediting with grade			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. He knows the issues related to the use of tools of CAD / CAM in the field of design and manufacturing.
2. Be able to work design and construction of simple assemblies; knows the methodological tools and algorithmic used in the design; can be used in the practice known computer programs aided engineering.
3. He can build models, solve the basic issues of static, dynamic and thermal loads in machines, equipment and vehicles, using the finite element method.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Gaining knowledge about the design of industrial vehicles and machines.
- C2. Acquiring the ability to use modern methods and tools for the design of industrial vehicles and machines.
- C3. Consolidation of ability to work in a group.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - It has an extended knowledge in the field of optimal selection of engineering materials based on the mechanical, physical, and operational and technological, utility and economical criteria.

PEK\_W02 - It has an extended knowledge in modern techniques of design and construction of machinery and equipment; He is knowledgeable about the latest strategies of design.

PEK\_W03 - It has a detailed and well-established theoretical knowledge about design, industrial vehicles and machines.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - can make collections of conceptual solutions kinematic systems of machines and equipment, to make a selection; is able to use modern strategies and techniques in the design of components and units of machines and vehicles, including, calculate statics and dynamics in the field of linear and non-linear using CAD tools

PEK\_U02 - able to carry out the selection of the material or to develop a conceptual design based on databases and assumptions concerning the operational requirements components or assemblies konstrukcyjnychmaszyn and equipment

PEK\_U03 - is able to acquire and use information from the literature, databases, and other available sources to the activities of engineering in the design, operation of machines and manufacturing techniques

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Acquires care about the aesthetics of the work, including projects and reports.

PEK\_K02 - Can properly determine priorities for implementation specified by yourself or other tasks.

PEK\_K03 - Able to work in a group, taking on different roles.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Organizational matters. Definitions. The role of virtual prototyping in contemporary art. Areas of application.	2
Lec2	Virtual Prototyping as a combination of 3D modeling, process simulation of manufacturing and numerical study of the properties of strength, functional (kinematic, dynamic), ergonomic (maintenance, service).	2
Lec3	Solid modeling in modern CAD systems: possibilities and limitations. Elements unified in CAD systems. Library of standard parts. Managing a complex project in CAD systems. Group work in CAD systems.	2
Lec4	Numerical (FEA, MBS) using tools implemented in CAD systems. The possibilities and limitations. Computational tools to support the work of designer integrated into CAD systems. Calculation of typical machine elements (eg .: shaft).	2
Lec5	Tools (programs) to the numerical investigations (simulation) designed objects: strength analysis: static and dynamic (FEA: Abaqus, Nastran), analysis of kinematics and dynamics (MBS Adams, Matlab + Simulink, etc.). Conversion and adaptation of data (numerical models) between different CAD / FEA / MBS. Standard formats.	2

Lec6	Strength analysis: construction of a computational model (import and adaptation of a solid model to the needs of the finite element analysis, the definition of materials and computational models, the choice of type and size of elements, discretization, the definition of loads and boundary conditions - and their variants).	2
Lec7	Strength analysis: choice of numerical solution methods, presentation of the results of calculation, evaluation of their correctness, estimation errors, optimizing computational model. Nonlinearity in the calculation models (geometric and material), computational models of the nonlinear issues - method of solving.	2
Lec8	Analysis of kinematics and dynamics of the object as a system wielomasowego (MBS): Defining the parameters of components and connections between them. Models and submodel component products (eg.: wheel tire), defining the interaction of elements of the proposed facility, with each other and with the environment (eg.: the ground).	2
Lec9	Analysis MBS: Defining the boundary conditions. The choice of method and specify simulation parameters and their impact on the correctness obtained wyników. Sposoby presentation of simulation results (animations, diagrams, etc.), evaluation of the results of numerical calculations, estimation errors and their possible limitation. Modeling of hydraulic systems and their cooperation with the mechanical systems.	2
Lec10	Exchange of data (and results of calculations) between MBS and FEA systems. Modeling and numerical studies of complex objects: industrial vehicles and machines and their drive systems and working. Hydraulic and pneumatic these objects in combination with the mechanics.	2
		Total hours: 20
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Object selection and development of the concept. Defining the proposed facility and determine the system of construction - features, dimensions, load and speed of movement.	1
Proj2	The construction of a 3D model of the proposed facility.	2
Proj3	Modeling: mass properties, kinematic connections, the drive system facility and external extortion. Numerical optimization of dynamic properties of the object and determine the load for strength calculations.	3
Proj4	Construction of numerical model (FEM) designed components. The choice of method of numerical analysis (FEA) due to a possible geometric nonlinearity and material nonlinearity. Identify and analyze the required load combinations. Numerical calculations. Verification and analysis of the results of calculations.	3
Proj5	Optimization of the object, taking into account the criteria adopted, the necessary modifications to the geometry and kinematic and dynamic analysis of the modified object.	1
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. multimedia presentation N3. self study - preparation for project class N4. project presentation N5. tutorials

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	test
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_U03, PEK_K01-PEK_K03	completion of the project
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE</u>  <u>SECONDARY LITERATURE</u>



SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Robert Czabanowski tel.: 71 320-28-37 email: robert.czabanowski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Teoria ruchu pojazdów**

Nazwa w języku angielskim: **Theory of vehicle movement**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042136**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		10
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120		30		60
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	4		1		2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2				

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

1. Umiejętność prowadzenia obliczeń matematycznych i znajomość praw fizycznych poznanych na studiach wyższych politechnik
2. Umiejętność pracy grupowej, umiejętność prowadzenia badań i posługiwania się podstawowym sprzętem pomiarowym
3. Posiada umiejętność samodzielnego rozwiązywania powierzonych zadań projektowych, interpretacji rezultatów i sporządzenia wniosków

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Celem zajęć jest poszerzenie wiedzy z zakresu teorii ruchu pojazdów. Student zapoznaje się z rodzajami lokomocji lądowych pojazdów ich zasad funkcjonowania aplikacji. Student potrafi sporządzić bilans energetyczny ruchu, zna i potrafi obliczyć opory ruchu różnych kołowych i gąsienicowych pojazdów. Potrafi omówić różne systemy zawieszeń pojazdów i rozumie pojęcie ich stateczności.

C2. Celem zajęć jest nabycie praktycznych umiejętności planowania eksperymentu, przeprowadzenia go a także interpretacji wyników. Student ma świadomość wpływu wybranych rozwiązań na środowisko i potrafi posługiwać się poprawną terminologią. Nabywa odpowiedzialności za pracę własną i grupową.

C3. Celem zajęć jest indywidualne przeanalizowanie problemu związanego z transportem w ruchu pojazdów szynowych oraz nabycie praktycznej wiedzy w zakresie projektowania ciągu ruchu kolejowego

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - student potrafi objaśniać schematy funkcjonalne pojazdów kołowych i gąsienicowych, przeprowadzać analizę porównawczą, zna obszary ich aplikacji

PEK\_W02 - student potrafi zdefiniować i opisać mechanikę przemieszczania się kół oponowych a także sposób przemieszczania się różnych kategorii pojazdów, sporządzić bilans mocy. Student rozróżnia zjawiska zachodzące podczas ruchu prostoliniowego i krzywoliniowego

PEK\_W03 - Student tłumaczy i potrafi porównać wpływ różnych struktur podwoziowych na stateczność pojazdu. Rozpoznaje różne systemy zawieszeń pojazdów zarówno kołowych jak i gąsienicowych. Ma również wiedzę z zakresu eksploatacji pojazdów.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - student potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz interpretować je w zakresie zagadnień związanych z teorią ruchu pojazdów kołowych i gąsienicowych

PEK\_U02 - student potrafi analizować otrzymane wyniki eksperymentu oraz weryfikować je z literaturą oraz dokonywać interpretacji i sporządzać wnioski

PEK\_U03 - student potrafi kalkulować koszty zużycia energii wybranych pojazdów transportowych

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - student potrafi odpowiedzialnie podejmować decyzje jako inżyniera transportu uwzględniając ich wpływ na środowisko

PEK\_K02 - student jest odpowiedzialny za pracę własną i grupową

PEK\_K03 - student jest świadomy działań prawnych jakie podejmuje jako inżynier

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Rodzaje lokomocji w lądowych pojazdach transportowych - schematy funkcjonalne, podstawowe zagadnienia mechaniki ruchu pojazdów niekonwencjonalnych, bioniczne analogie	2
Wy2	Układy podwoziowe pojazdów kołowych - schematy funkcjonalne, obszary aplikacji, analiza porównawcza	2
Wy3	Mechanika przemieszczania się koła - toczenie, przyczepność-poślizg, napędzanie-hamowanie	2

Wy4	Mechanizmy różnicowe i wyłączające No Spin -kinematyka i dynamika	2
Wy5	Ruch prostoliniowy - opory ruchu, obliczenia trakcyjne dla dowolnych podłoży, bilans mocy	2
Wy6	Ruch krzywoliniowy - boczne znoszenie opon, wpływ znoszenia na opory toczenia i przyczepność, nadsterowność, podsterowność, opory ruchu, oddziaływanie ESP na ruch pojazdu	2
Wy7	Zagadnienia napędów wieloosiowych - niezgodność kinematyczna, moc krążąca, bilans mocy	2
Wy8	Hamowanie - energia kinetyczna pojazdu, hamowanie przyczepność kół do nawierzchni, długość drogi hamowania, układy regulacji poślizgu kół podczas hamowania	2
Wy9	Stateczność pojazdów kołowych o różnej strukturze układów podwoziowych, stateczność statyczna dynamiczna, pasywne i aktywne systemy bezpieczeństwa Systemy zawieszeń w kołowych pojazdach transportowych - aspekty eksploatacyjne, stateczność, komfort kierowcy	2
Wy10	Układy podwoziowe pojazdów gąsienicowych - schematy funkcjonalne, obszary aplikacji, analiza porównawcza. Gąsienice stalowe i elastomerowe - budowa wady, zalety sposoby przeniesienia napędu na gąsienice	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Zajęcia organizacyjne, zasady zaliczenia laboratorium, BHP, przedstawienie treści programowych laboratorium, oraz przeprowadzenie tematu: Badania stateczności kołowego pojazdu przemysłowego	2
Lab2	Badania eksploatacyjne rozkładu obciążeń kół jezdnych oraz parametrów kinematycznych i dynamicznych pojazdów	2
Lab3	Badania eksperymentalne procesu wężykowania pojazdu przegubowego	2
Lab4	Badania kinematyki i oporów skrętu pojazdu przegubowego na podwoziu kołowym	2
Lab5	Badania skuteczności hamowania pojazdu	2
		Suma: 10
Forma zajęć – Seminarium		Liczba godzin
Sem1	Wpływ położenia środka ciężkości na stateczność ruchu pojazdów; Układy zapobiegające blokowaniu kół w motocyklach; Długość drogi hamowania; Opóźnienie hamowania; Dobór przełożeń mechanicznej skrzyni biegów.	2
Sem2	Proces hamowania oraz rozdział sił pomiędzy osie pojazdu; Hamowanie zestawów drogowych. Opory ruchu pojazdu. Opory powietrza; Opory toczenia; . Opory wzniesienia; opory bezwładności	2
Sem3	Momenty stabilizacyjne w układzie kierowniczym i jezdnym; Środek przechyłów poprzecznych układów zawieszeń, Układy przeciwblokujące podczas hamowania; Układ stabilizacji toru ruchu jazdy.	2
Sem4	Wpływ konstrukcji opon samochodu osobowego na własności trakcyjne pojazdu; Współczynnik przyczepności i metody jego pomiaru; Wyznaczanie położenia środka ciężkości pojazdu.	2

Sem5	Zdolność pokonywania wzniesień; prędkość graniczna pojazdu na zakręcie; Wyznaczanie prędkości zderzeń na podstawie ich deformacji.	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. prezentacja multimedialna  
N2. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N3. eksperyment laboratoryjny

#### 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	Wy1-Wy10	egzamin pisemno-ustny
P = ocena z egzaminu		

#### 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	La1-La5	kartkówka, odpowiedź ustna, sprawozdanie
P = ocena średnia z pozytywnych ocen z zajęć		

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

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	Sem1-Sem5	wygłoszenie referatu, udział w dyskusjach problemowych
P = ocena z wygłoszonego referatu z uwzględnieniem udziału w dyskusjach		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. Dudziński P., Theorie der Lenksysteme für industrielle Radfahrzeuge, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2007
2. Mitschke M., Dynamika samochodu. Tom I. Napęd i hamowanie, WKiŁ, Warszawa, 1987
3. Arczyński S., Mechanik ruchu samochodu, WNT, Warszawa, 1994
4. Siłka W., teoria ruchu samochodu, WNT Warszawa, 2002
5. Prochowski L., Mechanika ruchu, WKiŁ, Warszawa, 2005
6. Madej J., Teoria ruchu pojazdów szynowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Wrocław, 2005
7. Andrzejewski R., Dynamika pneumatycznego koła jezdnego, WNT Warszawa, 2010

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Aleksander Skurjat tel.: 71 320-23-46 email: Aleksander.Skurjat@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Teoria ruchu pojazdów**

Name in English: **Theory of vehicle movement**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042136**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		10
Number of hours of total student workload (CNPS)	120		30		60
Form of crediting	Examination		Crediting with grade		Crediting with grade
Group of courses					
Number of ECTS points	4		1		2
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		2
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2				

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

1. The ability to carry out mathematical calculations and knowledge of the physical laws known in higher education institutes of technology
2. The ability to group work, the ability to conduct research and use of basic measuring equipment
3. Has the ability to independently solve the tasks of design, interpretation of results and preparation of proposals /conclusions

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. The aim of the course is to broaden the knowledge of vehicle movement theory. The student becomes familiar with the types of land transportation vehicles of their principles of operation of the application. Students can draw the energy balance of movement, knows and is able to calculate the thermal motion of various wheeled and tracked vehicles. He can discuss the different vehicle suspension systems and understands the concept of stability.

C2. The aim of the course is the acquisition of practical skills experiment planning, conducting it and interpreting the results. The student is aware of the impact of selected environmental solutions and is able to use the correct terminology. Purchasing responsibility for own work and group.

C3. The aim of the course is to analyze individual problem of transportation in rail traffic, and the acquisition of practical knowledge in the design of the railway traffic

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - student is able to explain the functional diagrams wheeled and tracked vehicles, carry out a comparative analysis, familiar areas of their application

PEK\_W02 - student is able to define and describe the mechanics of the movement of the wheels meningeal and how to move different categories of vehicles, to make a balance of power. Student distinguishes phenomena occurring during linear motion and curvilinear

PEK\_W03 - he student is able to explain and compare the impact of different chassis structures the stability of the vehicle. Recognizes different suspension systems of vehicles both tracked and wheeled. It also has a knowledge of the operation of vehicles.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - student can obtain information from the literature and to interpret them in terms of issues related to the theory of motion wheeled and tracked vehicles

PEK\_U02 - student is able to analyze the results of the experiment and verify them with the literature and to interpret and formulate conclusions

PEK\_U03 - student is able to calculate the energy costs of selected transport vehicles

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - student is able to make decisions as a responsible engineer transport taking into account their impact on the environment

PEK\_K02 - student is responsible for self and group work

PEK\_K03 - student is aware of the legal action taken as an engineer

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Types of transport in land transport vehicles - functional diagrams, basic concepts of traffic engineering unconventional, analogies bionic	2
Lec2	chassis systems of wheeled vehicles - Functional diagrams, application areas, comparative analysis	2
Lec3	Mechanical movement of the wheel - turning, traction-slip, driven inhibition	2



Lec4	Differentials and No Spin- kinematics and dynamics	2
Lec5	Rectilinear motion - motion resistance, traction calculation for different substrates, the balance of power	2
Lec6	Curvilinear motion - side drift tires, the impact of the abolition of the rolling resistance and adhesion, oversteer, understeer, resistance to motion, impact on vehicle motion ESP	2
Lec7	Multi-axis drives Issues - non-compliance, kinematic, circulating power, the balance of power	2
Lec8	Braking - the kinetic energy of the vehicle, braking traction to surfaces, braking distance, control systems skidding when braking	2
Lec9	The stability of wheeled vehicles of various chassis structures systems, static stability, dynamic, passive and active safety systems; Suspension systems for wheeled transport vehicles - aspects of operational stability, driver comfort	2
Lec10	Integrated chassis tracked vehicles - Functional diagrams, application areas, comparative analysis; Caterpillars steel and elastomer - construction defects ways to bring the advantages of drive tracks	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Classes organizational procedures for obtaining laboratory safety, laboratory presentation of content, and perform this topic: Stability experimental investigation in wheeled I vehicles	2
Lab2	Operational tests of wheel load distribution and kinematic parameters and dynamic of tyres vehicles	2
Lab3	Experimental research process of articulated vehicle snaking	2
Lab4	The study of kinematics and resistance of an articulated vehicle turning on a wheeled chassis	2
Lab5	Research vehicle braking efficiency	2
		Total hours: 10
Form of classes – Seminar		Number of hours
Sem1	Effect of the center of gravity for rolling stability vehicles, anti-lock braking systems on motorcycles, Braking distance, deceleration, gear selection manual /mechanic gearbox.	2
Sem2	The braking force division between the vehicle axles, braking of the tractor-trailer sets. Resistance of movement of the vehicle. Air resistance, rolling resistance, grading resistance; resistance of inertia	2
Sem3	Moments of stabilization in the steering and undercarriage; measure the cross-roll suspension systems, anti-lock braking system, Electronic stability the path of movement of the vehicle.	2
Sem4	Effect of a passenger car tire design for traction vehicle; coefficient of adhesion and method of measurement, determination of the center of gravity of the vehicle.	2

Sem5	Gradeability, vehicle speed limit on the curve; Determination of collision speed based on their deformation.	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. multimedia presentation N2. traditional lecture with the use of transparencies and slides N3. laboratory experiment		

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	Wy1-Wy10	written-oral exam
P = ocena z egzaminu		

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	La1-La5	short test, oral response, the report
P = ocena średnia z pozytywnych ocen z zajęć		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Seminar)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	Sem1-Sem5	presentation of a speech, participate in discussions of problem
P = ocena z wygłoszonego referatu z uwzględnieniem udziału w dyskusjach		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

1. Dudziński P., Theorie der Lenksysteme für industrielle Radfahrzeuge, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2007
2. Mitschke M., Dynamika samochodu. Tom I. Napęd i hamowanie, WKiŁ, Warszawa, 1987
3. Arczyński S., Mechanik ruchu samochodu, WNT, Warszawa, 1994
4. Siłka W., teoria ruchu samochodu, WNT Warszawa, 2002
5. Prochowski L., Mechanika ruchu, WKiŁ, Warszawa, 2005
6. Madej J., Teoria ruchu pojazdów szynowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Wrocław, 2005
7. Andrzejewski R., Dynamika pneumatycznego koła jezdneho, WNT Warszawa, 2010

### SECONDARY LITERATURE

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Aleksander Skurjat tel.: 71 320-23-46 email: Aleksander.Skurjat@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Niezawodność i bezpieczeństwo maszyn**

Nazwa w języku angielskim: **Reliability and safety of machines**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042139**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2				

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

1. Podstawy statystyki inżynierskiej.

### CELE PRZEDMIOTU

C1. Zapoznanie studenta z problemami decyzyjnymi występującymi w fazie eksploatacji obiektu technicznego  
C2. Nabycie umiejętności modelowania procesów zachodzących w fazie eksploatacji obiektu  
C3. Poznanie metod prowadzenie badań eksploatacyjnych ukierunkowanych na gromadzenie, przetwarzanie i wnioskowanie z danych statystycznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Znać podstawowe metody rozwiązywania problemów decyzyjnych występujących w fazie eksploatacji obiektu technicznego.

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Objasniać przyczyny i skutki zaistniałych i potencjalnych uszkodzeń / katastrof/ zagrożeń

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Podstawowe pojęcia i definicje. Powiązania pomiędzy naukami eksploatacyjnymi.	2
Wy2	Model niezawodności elementu nienaprawialnego	2
Wy3	Struktura niezawodności systemu nienaprawialnego. Rezerwowanie	2
Wy4	Model niezawodności elementu naprawialnego.	2
Wy5	Model niezawodności systemu naprawialnego. Proces Markowa. Rozwiązanie stacjonarne.	2
Wy6	Strategie obsługowe. Optymalizacji procesu utrzymania obiektów.	2
Wy7	Strategie obsługowe. Metoda RCM (Reliability Centered Maintenance).	2
Wy8	Bezpieczeństwo obiektów i systemów technicznych. Pojęcie ryzyka	2
Wy9	Metody analizy ryzyka: FMEA / FMECA, FTA / ETA	2
Wy10	Podstawy metod zarządzania ryzykiem; PHA, PSA, HAZOP.	2
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład problemowy

## 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_K01	Kolokwium
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Podstawy racjonalnej eksploatacji maszyn. Red. M. Woropay. Biblioteka Problemów Eksploatacji. Instytut Technologii Eksploatacji, Radom 1996.

Poradnik niezawodności, tom I. Red. J. Migdalski. WEMA, Warszawa 1982. Poradnik Niezawodności, tom II. Red. J. Migdalski. WEMA, Warszawa 1992.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Smalko Z., Studium terminologiczne inżynierii bezpieczeństwa transportu. Navigator 21. Oficyna Wydaw. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Tomasz Nowakowski tel.: 71 320-35-11 email: Tomasz.Nowakowski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Niezawodność i bezpieczeństwo maszyn**

Name in English: **Reliability and safety of machines**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042139**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20				
Number of hours of total student workload (CNPS)	90				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2				

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

1. Fundamentals of engineering statistics.

### SUBJECT OBJECTIVES

C1. To acquaint the student with the decision problems occurring during the operation of a technical object

C2. Acquisition of modeling processes in the operation phase of object

C3. Learning methods of conducting field tests aimed at collecting, processing and statistical inference from the data.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - To know the basic methods for solving decision problems that occur during the operation of a technical object.

### II. Relating to skills:

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - To explain the causes and effects occurring and the potential damage / disaster / hazard

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction. Basic concepts and definitions. Relationship between teaching supplies.	2
Lec2	The model of irreparable component reliability	2
Lec3	The reliability structure of unrecoverable system. Reserving	2
Lec4	Reliability model of repairable element.	2
Lec5	Reliability model of repairable system. Markov process. Stationary solution	2
Lec6	Maintenance strategies. Optimization of maintenance of facilities.	2
Lec7	Maintenance strategies. Reliability Centered Maintenance.	2
Lec8	Safety of installations and technical systems. The notion of risk	2
Lec9	Risk analysis methods: FMEA / FMECA, FTA / ETA	2
Lec10	Fundamentals of risk management methods: PHA, PSA, HAZOP.	2
		Total hours: 20

## TEACHING TOOLS USED

N1. problem lecture

## 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_K01	Test
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

Zio Enrico, An introduction to the basics of reliability and risk analysis. Singapore [etc.] : World Scientific, 2010.

### SECONDARY LITERATURE

Birolini, Alessandro, Reliability engineering. Berlin [etc.] : Springer, cop. 2007.

## SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Tomasz Nowakowski tel.: 71 320-35-11 email: Tomasz.Nowakowski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **PRACA DYPLOMOWA I, II**

Nazwa w języku angielskim:

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042151, MMM042152.**

Grupa kursów: **nie**

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

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

1. Potrafi zastosować posiadaną wiedzę. Przeprowadzić badania doświadczalne, pozyskiwać informację z literatury. Analizować i wnioskować na podstawie przeprowadzonych badań.
2. Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera mechanika - przestrzegania zasad etyki, poszanowania różnorodności poglądów i kultur, roli społecznej absolwenta uczelni technicznej.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poszerzenie umiejętności pozyskiwania informacji z różnych źródeł, weryfikacji ich a następnie prezentacji.
- C2. Nabycie umiejętności określania priorytetów służących realizacji określonego zadania i podniesienie świadomości odpowiedzialności za pracę własną.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### **I. Z zakresu wiedzy:**

### **II. Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 - Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne i materiałowe (zespoły, maszyny, urządzenia, pojazdy).

PEK\_U02 - Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim lub niemieckim; potrafi również integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny.

PEK\_U03 - Potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną, dotyczącą zagadnień rozwiązywanych w ramach pracy dyplomowej.

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 - Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego zadania.

PEK\_K02 - Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną.

PEK\_K03 - Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, a także zna możliwości ciągłego doskonalenia się i podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.

## TREŚCI PROGRAMOWE

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Antoni Gronowicz tel.: 71 320-27-10 email: antoni.gronowicz@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **PRACA DYPLOMOWA I, II**

Name in English:

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042151, MMM042152.**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					
Number of hours of total student workload (CNPS)					
Form of crediting					
Group of courses					
Number of ECTS points					
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes					

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

### SUBJECT OBJECTIVES

### SUBJECT LEARNING OUTCOMES

**I. Relating to knowledge:**

**II. Relating to skills:**

**III. Relating to social competences:**

PROGRAM CONTENT

TEACHING TOOLS USED

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Antoni Gronowicz tel.: 71 320-27-10 email: antoni.gronowicz@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Przebieg i organizacja montażu**

Nazwa w języku angielskim: **The course and organization of the assembly**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042203**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10			10	
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. Ma podstawową wiedzę w zakresie opisu i analizy procesów technologicznych. Zna zasady procesu projektowania inżynierskiego oraz budowy i eksploatacji podstawowych elementów, zespołów i układów maszynowych. Ma podstawową wiedzę na temat metod projektowania i analizy różnorodnych mechanizmów spotykanych w budowie maszyn i urządzeń. Ma podstawową wiedzę na temat organizacji procesów produkcyjnych, przepisów z zakresu prawa pracy oraz BHP, czynników szkodliwych i niebezpiecznych w miejscu pracy, zna podstawowe zagadnienia ergonomiczne.
2. Posiada umiejętności zapisu konstrukcji i tworzenia dokumentacji technicznej konstrukcji mechanicznych oraz jej odczytywania. Potrafi dokonać pomiaru specyficznych elementów maszyn, wielkości charakteryzujących jakość powierzchni oraz oszacować błędy pomiarów i opracować wyniki pomiarów. Potrafi stosować technologie wytwarzania w celu kształtowania postaci, struktury i własności produktów
3. Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy odnośnie metod i organizacji montażu  
C2. Zdobywanie umiejętności doboru odpowiednich narzędzi oceny, metod normowania prac montażowych oraz podstawowych zasad organizacji procesu montażu  
C3. Zdobywanie umiejętności: zaprojektowania procesu technologicznego montażu, organizacji procesu, i oceny procesu technologicznego montażu nieskomplikowanego zespołu

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student ma uporządkowaną wiedzę w zakresie definiowania, rozpoznawania i opisywania oraz projektowania procesów produkcyjnych

PEK\_W02 - Student zna metody i techniki organizacji procesów oraz oceny procesów montażowych

PEK\_W03 - Student jest w stanie zaproponować metody, techniki i narzędzia do reorganizacji i optymalizacji procesów technologicznych montażu

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Student posiada umiejętność opracowywania zapisu i odczytywania dokumentacji technologicznej i organizacyjnej montażu konstrukcji mechanicznych

PEK\_U02 - Student potrafi przeprowadzić analizę procesu organizacyjnego montażu i zastosować metodyki i analizy normowania czasu pracy

PEK\_U03 - Student potrafi zaprojektować przebieg procesu technologicznego montażu oraz dokonać oceny i reorganizacji pod względem jego efektywności

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - wyszukiwanie informacji i jej krytycznej analizy

PEK\_K02 - zespołowej współpracy dotyczącej doskonalenia metod wyboru strategii i organizacji pracy mającej na celu optymalne rozwiązywanie procesów produkcyjnych

PEK\_K03 - obiektywnego oceniania argumentów, racjonalnego tłumaczenia i uzasadniania własnego punktu widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu organizacji pracy

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Miejsce montażu w procesie produkcyjnym. Elementy składowe w projektowaniu procesów technologicznych montażu.	2
Wy2	Analiza technologiczności konstrukcji ze względu na montaż.	3
Wy3	Metodyka oceny konstrukcji wyrobu z uwagi na montaż DFA	2
Wy4	Metody normowania czasów operacji montażowych	3
		Suma: 10
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Analiza wymagań i warunków techniczno-technologicznych	2

Proj2	Analiza danych wejściowych, oraz konstrukcji zespołu przeznaczonego do montażu	2
Proj3	Wybór metody montażu oraz opracowanie schematów i planów montażowych, operacji pomocniczych oraz kontroli Ustalenie kolejności oraz treści operacji i czynności montażowych dobór norm czasowych sporządzenie dokumentacji technologicznej montażu	2
Proj4	Ustalenie kolejności oraz treści operacji i czynności montażowych dobór norm czasowych sporządzenie dokumentacji technologicznej montażu	2
Proj5	Analiza operacji montażowych z wykorzystaniem różnych metod normowania czasu pracy: MTM, chronometraż.	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. praca własna - przygotowanie do projektu  
N3. konsultacje

#### 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 PEK_K01	kolokwium
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_U03 PEK_K01-PEK-K03	ocena oddanego projektu
P = F1		



## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] Kwartalnik Technologia i automatyzacja montażu

[2] Jerzy Łunarski, Wiktor Szabajkiewicz: Automatyzacja procesów technologicznych montażu maszyn, WNT Warszawa 1993

[3] Tadeusz Kowalski, Grzegorz Lis, Wiesław Szenajch Technologia i Automatyzacja montażu maszyn Pol.Warsz. 2000

[4] T. Sawik, „Planowanie i sterowanie produkcji w elastycznych systemach montażowych” . WNT Warszawa 1993

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] Kwartalnik Technologia i automatyzacja montażu Bruno Lotter: Wirtschaftliche Montage, VDI Verlag 1992

[2] P. Konold, „Flexible Montagesysteme” Springer-Verlag Berli 1995

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Tomasz Jankowski tel.: 41-74 email: tomasz.jankowski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Przebieg i organizacja montażu**

Name in English: **The course and organization of the assembly**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042203**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10			10	
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. It has a basic knowledge of description and analysis processes. He knows the rules of process engineering design and construction and operation of basic components, assemblies and systems machine. It has a basic knowledge of methods of design and analysis of the various mechanisms found in machine and plant construction. It has a basic knowledge of the organization of production processes, regulations, labor law and health and safety factors, harmful and dangerous in the workplace, knows the basic ergonomic issues.
2. It has the skills writing design and creation of technical documentation of mechanical structures and to read it. Can measure the specific machine parts, quantities characterizing the quality of the surface and estimate the errors of measurements and develop measurement results. He can use the manufacturing technologies in order to shape the form, structure and properties of the products.
3. He is aware of the responsibility for own work and a willingness to comply with the principles of teamwork and responsibility for jointly implemented tasks.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquisition of basic knowledge about the methods and organization of the assembly.
- C2. Acquiring the ability to choose the appropriate assessment tools, methods, standardization of assembly and the basic principles of the organization of the assembly process.
- C3. Acquiring skills: design process assembly, organization, process, and evaluation process uncomplicated installation team

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - The student has ordered expertise in defining, identifying and describing the design and production processes.

PEK\_W02 - The student knows the methods and techniques of organization of processes and evaluation assembly processes.

PEK\_W03 - The student is able to suggest methods, techniques and tools for the reorganization and optimization of technological processes of assembly.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - The student has the ability to develop writing and reading documentation of technological and organizational assembly of mechanical structures.

PEK\_U02 - The student is able to analyze the organizational process for assembly and apply the methodology and analysis of the standardization of working time.

PEK\_U03 - Student can design a technological process of installation and assess and reorganization in terms of its effectiveness.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - search for information and its critical analysis

PEK\_K02 - team cooperation on improving the methods for the selection of strategy and organization of work aimed at solving the optimal production processes

PEK\_K03 - an objective assessment of arguments, rational explanations and justifications own point of view, using the knowledge of the organization of work

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Place the assembly in the manufacturing process. The components in the design of assembly processes.	2
Lec2	Producibility machines due to assembly.	3
Lec3	Methodology for product design assessment due to the installation of DFA.	2
Lec4	Standardization methods the time of assembly operations.	3
		Total hours: 10
Form of classes – Project		Number of hours

Proj1	Analysis of the requirements and conditions of technical and technological	2
Proj2	Analysis of the input data and the structure of the unit to be mounted	2
Proj3	The choice of assembly methods and the development schemes and plans for installation, operation and control of auxiliary Establishing order and content of operations and assembly operations selection time standards preparing technical documentation assembly.	2
Proj4	Assembly sequence planning and content of operations and assembly operations selection time standards preparing technical documentation assembly.	2
Proj5	Analysis of assembly operations using a variety of methods for standardization of working time.	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - preparation for project class N3. tutorials		

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 PEK_K01	colloquium
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_U03 PEK_K01-PEK-K03	evaluation of the final project
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

[1] Kwartalnik Technologia i automatyzacja montażu

[2] Jerzy Łunarski, Wiktor Szabajkiewicz: Automatyzacja procesów technologicznych montażu maszyn, WNT Warszawa 1993

[3] Tadeusz Kowalski, Grzegorz Lis, Wiesław Szenajch Technologia i Automatyzacja montażu maszyn Pol.Warsz. 2000

[4] T. Sawik, „Planowanie i sterowanie produkcji w elastycznych systemach montażowych” . WNT Warszawa 1993

### SECONDARY LITERATURE

[1] Kwartalnik Technologia i automatyzacja montażu Bruno Lotter: Wirtschaftliche Montage, VDI Verlag 1992

[2] P. Konold, „Flexible Montagesysteme” Springer-Verlag Berli 1995

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Tomasz Jankowski tel.: 41-74 email: tomasz.jankowski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Elastyczne systemy produkcyjne**

Nazwa w języku angielskim: **Flexible production systems**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042212**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					10
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					30
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS					1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					0.7

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

1. Ma podstawową wiedzę dotyczącą procesu projektowo - konstrukcyjnego, budowy, działania i eksploatacji głównych elementów i zespołów maszynowych oraz zasad ich doboru i konstruowania.
2. Ma ugruntowaną wiedzę w zakresie znajomości budowy obrabiarek i ich możliwości technologicznych.
3. Ma ugruntowaną wiedzę w zakresie znajomości elastycznych rozwiązań stosowanych w zautomatyzowanym wytwarzaniu.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie szczegółów konstrukcyjnych składników maszynowych w elastycznych systemach wytwórczych.  
C2. Umiejętność doboru komponentów elastycznych systemów wytwórczych (w szczególności sensoryki) i krytycznej oceny różnych rozwiązań.  
C3. Umiejętność samodzielnego wyszukiwania informacji w języku obcym, dokonywania ich interpretacji i wykorzystywania w projektowanych rozwiązaniach technicznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi przeanalizować i ocenić pod względem funkcjonalnym konfigurację i składniki maszynowe elastycznego systemu wytwórczego.

PEK\_U02 - Potrafi dobrać komponenty elastycznych systemów wytwórczych (w szczególności sensory) i krytycznie ocenić różne rozwiązania.

PEK\_U03 - Potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w języku obcym, dokonać ich interpretacji i wykorzystać w projektowanych rozwiązaniach technicznych.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Rozumie konieczność ciągłego zdobywania wiedzy w zakresie działalności inżyniera o specjalności mechanika i budowa maszyn oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i społecznych.

PEK\_K02 - Potrafi krytycznie analizować funkcjonowanie systemu wytwórczego w celu podnoszenia jego efektywności.

PEK\_K03 - Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną i jej wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstwa.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Seminarium		Liczba godzin
Sem1	Wprowadzenie w zagadnienia elastycznych systemów produkcyjnych; przekazanie studentom tematów do opracowania prezentacji.	2
Sem2	Prezentacje na temat systemów manipulacji, transportowych i magazynowych stosowanych w elastycznych systemach produkcyjnych.	2
Sem3	Prezentacje na temat podsystemu gospodarki narzędziowej i nadzoru nad system obróbkowym w elastycznych systemach produkcyjnych.	2
Sem4	Prezentacje na temat układów pomiarowych stosowanych do nadzoru narzędzi, przedmiotów obrabianych i procesu obróbki.	2
Sem5	Prezentacje na temat układów stosowanych do usuwania zadziorów oraz usuwania i przetwarzania wiórów w elastycznych systemach produkcyjnych.	2
		Suma: 10

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. prezentacje problemowe  
 N2. praca własna - przygotowanie prezentacji tematycznej  
 N3. dyskusja problemowa

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Seminarium)

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	prezentacje i udział w dyskusjach problemowych
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. Bishop R.H.: Mechatronic Systems, Sensors, and Actuators. Fundamentals and Modeling. CRC Press. Boca Raton, London, New York 2008
2. Fraden J.: Handbook of modern sensors. Physics, designs and applications. Springer Science + Business Media. New York 2004
3. Honczarenko J.: Elastyczna automatyzacja wytwarzania. WNT, Warszawa 2000
4. Honczarenko J.: Obrabiarki sterowane numerycznie. WNT. Warszawa 2008
5. Jemielniak K.: Automatyczna diagnostyka stanu narzędzia i procesu skrawania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002
6. Krzyżanowski J.: Wprowadzenie do elastycznych systemów wytwórczych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005
7. Tönshoff H.K., Inasaki I.: Sensors in Manufacturing. Wiley-VCH Verlag. Weinheim - New York - Chichester - Brisbane - Singapore - Toronto 2001

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Czabanowski R.: Sensory i systemy pomiarowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2010
2. Luggen W.W.: Flexible manufacturing cells and systems, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ, 1991
3. Nawrocki W.: Sensory i systemy pomiarowe. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Poznań 2001
4. Soloman S.: Sensors and Control Systems in Manufacturing, Second Edition, McGraw-Hill Professional, New York, Chicago, San Francisco, 2010
5. Turkowski M.: Przemysłowe sensory i przetworniki pomiarowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2000



OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Waław Skoczyński tel.: 26-39 email: [waclaw.skoczynski@pwr.edu.pl](mailto:waclaw.skoczynski@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Elastyczne systemy produkcyjne**

Name in English: **Flexible production systems**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042212**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					10
Number of hours of total student workload (CNPS)					30
Form of crediting					Crediting with grade
Group of courses					
Number of ECTS points					1
including number of ECTS points for practical (P) classes					1
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes					0.7

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The student has a basic knowledge of the design - construction process, operation and exploitation of the main components and units of machine tools, and the principles of their selection and design.
2. The student has an established knowledge in the field of machine tools structure and their technological capabilities.
3. The student has an established knowledge of solutions applied in the flexible automated manufacturing.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Getting to know structural details of machine components in flexible manufacturing systems.
- C2. Practical skills to select the components of flexible manufacturing systems (in particular sensorics) and to critically evaluate different solutions.
- C3. Ability to independently searching for information in a foreign language, making their interpretation and using of the designed technical solutions.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - The student is able to analyze and evaluate the configuration and machine components of the flexible manufacturing system in terms of its functionality.

PEK\_U02 - The student is able to select the components of flexible manufacturing systems (especially sensors) and critically evaluate different solutions.

PEK\_U03 - The student can independently search for information in a foreign language, make its interpretation and use it in the designed technical solutions.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - The student understands the need for lifelong learning within the range of mechanics and machine building engineer activity and improving her/his professional and social competences.

PEK\_K02 - he student can critically analyze the functioning of a manufacturing system in order to improve its performance.

PEK\_K03 - The student is aware of the responsibility for her/his works and its effect on the functioning of the enterprise.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Seminar		Number of hours
Sem1	Introduction to flexible manufacturing systems (FMS); providing students with issues to develop a presentations.	2
Sem2	Presentations on systems for handling, transport and storage facilities used in FMS.	2
Sem3	Presentations on the tool management subsystem and supervision of the machining system in FMS.	2
Sem4	Presentations on measuring systems used for supervision of tools, workpieces and machining process.	2
Sem5	Presentations on the systems used for deburring and removing and processing chips in FMS.	2
		Total hours: 10

## TEACHING TOOLS USED

- N1. problem presentations
- N2. self-study - preparing a thematic presentation
- N3. problem discussion

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Seminar)		
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	presentations and participation in problem discussions
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bishop R.H.: Mechatronic Systems, Sensors, and Actuators. Fundamentals and Modeling. CRC Press. Boca Raton, London, New York 2008</li> <li>2. Fraden J.: Handbook of modern sensors. Physics, designs and applications. Springer Science + Business Media. New York 2004</li> <li>3. Honczarenko J.: Elastyczna automatyzacja wytwarzania. WNT, Warszawa 2000</li> <li>4. Honczarenko J.: Obrabiarki sterowane numerycznie. WNT. Warszawa 2008</li> <li>5. Jemielniak K.: Automatyczna diagnostyka stanu narzędzia i procesu skrawania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002</li> <li>6. Krzyżanowski J.: Wprowadzenie do elastycznych systemów wytwórczych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005</li> <li>7. Tönshoff H.K., Inasaki I.: Sensors in Manufacturing. Wiley-VCH Verlag. Weinheim - New York - Chichester - Brisbane - Singapore - Toronto 2001</li> </ol> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Czabanowski R.: Sensory i systemy pomiarowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2010</li> <li>2. Luggen W.W.: Flexible manufacturing cells and systems, Prentice-Hall, Inc. Engelwood Cliffs, NJ, 1991</li> <li>3. Nawrocki W.: Sensory i systemy pomiarowe. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Poznań 2001</li> <li>4. Soloman S.: Sensors and Control Systems in Manufacturing, Second Edition, McGraw-Hill Professional, New York, Chicago, San Francisco, 2010</li> <li>5. Turkowski M.: Przemysłowe sensory i przetworniki pomiarowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2000</li> </ol>

SUBJECT SUPERVISOR
Prof. dr hab. inż. Waław Skoczyński tel.: 26-39 email: <a href="mailto:waclaw.skoczynski@pwr.edu.pl">waclaw.skoczynski@pwr.edu.pl</a>

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Konstrukcja i eksploatacja obrabiarek**

Nazwa w języku angielskim: **Design and Exploitation of Machine Tools**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042213**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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. Ma ugruntowaną wiedzę w zakresie posługiwania się i komunikowania się z użyciem inżynierskiego języka
2. Ma podstawową wiedzę w zakresie konstrukcji i technologii maszyn

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie struktury funkcjonalnej systemu wytwórczego i koncepcji realizacyjnych obrabiarek
- C2. Poznanie podsystemów funkcjonalnych obrabiarek
- C3. Umiejętność doboru obrabiarek i ich parametrów pracy dla określonego spektrum przedmiotów obrabianych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Zna strukturę obrabiarki oraz rozróżnia i potrafi scharakteryzować podstawowe jej składniki

PEK\_W02 - Zna możliwości techniczne obrabiarek i potrafi zaproponować odpowiednie ich zastosowania

PEK\_W03 - Rozumie konieczność uwzględnienia w procesie obróbki własności statycznych, dynamicznych i cieplnych obrabiarek.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi przeanalizować problem techniczny lub organizacyjny i zaprojektować pod względem funkcjonalnym konfigurację obrabiarki.

PEK\_U02 - Potrafi zbudować prototyp systemu kompensacji błędów termicznych obróbki

PEK\_U03 - Potrafi zapewnić wysoką jakość wyrobu dzięki uwzględnieniu własności statycznych, dynamicznych i cieplnych obrabiarek

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Rozumie konieczność ciągłego zdobywania wiedzy w zakresie działalności inżyniera o specjalności budowa maszyn oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i społecznych

PEK\_K02 - Potrafi myśleć i krytycznie analizować funkcjonowanie obrabiarki w celu podnoszenia efektywności jej pracy

PEK\_K03 - Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną i jej wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstwa

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Ogólna charakterystyka maszyn do obróbki ubytkowej (obrabiarek): definicje, przeznaczenie i podstawowe pojęcia. Zespoły wrzecionowe uwzględniające konstrukcje wrzeciona, zespoły łożyskowe, układy smarowania i chłodzenia.	2
Wy2	Układy nośne uwzględniające korpusy i połączenia prowadnicowe. Napędy główne, napędy ruchu posuwowego z układami pomiarowymi.	2
Wy3	Własności statyczne, dynamiczne i cieplne obrabiarek. Wybrane zagadnienia projektowania obrabiarek: modelowanie, symulacja, optymalizacja, obliczenia MES.	2
Wy4	Pomocnicze moduły obrabiarek: głowice narzędziowe, magazyny narzędzi, zmieniacze narzędzi, transportery wiórów, układy chłodzenia.	2
Wy5	Sterowanie obrabiarek, układy nadzorowania i diagnostyki.	1
Wy6	Kolokwium zaliczeniowe.	1
		Suma: 10
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Kompensacja termicznych błędów obróbki obrabiarki:	2
Lab2	-model CAD i MES obrabiarki do określanie termicznych odkształceń.	2
Lab3	-symulacja błędów obróbki w wybranych warunkach pracy	2
Lab4	-opracowanie funkcji korekcji błędów dla układu sterowania	2

Lab5	-ocena uzyskanych rezultatów.	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N3. przygotowanie sprawozdania  
N4. konsultacje  
N5. 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_W02	kolokwium
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	przygotowanie sprawozdań
F2	PEK_U01,PEK_U02,PEK_U03	ocena raportów
P = (F1+F2)/2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Honczarenko J.: Obrabiarki sterowane numerycznie. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2008

Honczarenko J.: Elastyczna automatyzacja wytwarzania. Obrabiarki i systemy obróbkowe. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2000

Kosmol J.: Automatyzacja obrabiarek i obróbki skrawaniem. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1995

Koch J., Ilczyszyn J. Krzyżanowski J.: Wrzeciona obrabiarek. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1982

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Weck M., Brecher C.: Werkzeugmaschinen 1-5. Springer Verlag, 2005-2006

Kief H., Roschiwal H.: NC/CNC Handbuch 2007/2008. Hanser Verlag, 2007

Design and exploitation of machine tools

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Andrzej Roszkowski tel.: (71) 320 2781 email: [andrzej.roszkowski@pwr.edu.pl](mailto:andrzej.roszkowski@pwr.edu.pl)



## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Konstrukcja i eksploatacja obrabiarek**

Name in English: **Design and Exploitation of Machine Tools**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042213**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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. Has an established expertise in the use of and communicate using language engineering
2. It has a basic knowledge of design and manufacturing systems

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Learn the basic function structures of manufacturing systems and methods and techniques machine tools building
- C2. Learning functional subsystem of machine tools
- C3. Knowledge of machine tools selection and their operating parameters for different type of workpieces

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Student knows the structure of the machine and able to characterize its basic components

PEK\_W02 - Student knows the technical capabilities of machine tools and is able to offer their proper use

PEK\_W03 - Student understands the need for consideration in the processing properties of static, dynamic and thermal machine tools.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Is able to analyze a problem technical or organizational and design in terms of functional configuration of the machine.

PEK\_U02 - He can build a prototype of system machining thermal error compensation

PEK\_U03 - s able to ensure high product quality by taking into account properties of static, dynamic and thermal machine behaviour

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Understands the need for lifelong learning in the field of activity of an engineer specializing in "Machine design engineering" and improving professional and social competence

PEK\_K02 - He can think and critically analyze the functioning of systems built to improve its efficiency

PEK\_K03 - Is aware of the responsibility for their own work and its impact on the functioning of the company

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	General characteristics of machines for material removal (machine tools): definitions, destiny and basic concepts. Spindle units including spindle designs, bearing units, lubrication and cooling systems.	2
Lec2	Carrier systems including machine bodys and slides connections. Main drives, drives of feed motion with measuring systems.	2
Lec3	Main drives, drives of feed motion with measuring systems.	2
Lec4	Auxiliary machine tool modules: tool heads, tool magazines, tool changers, chip conveyors, cooling systems.	2
Lec5	Control of machine tools, systems monitoring and diagnostics.	1
Lec6	Final test.	1
		Total hours: 10
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Compensation of machining thermal erro	2
Lab2	-model CAD and FEM machine tools for determining the thermal deformation	2
Lab3	-Simulation machining error the selected operating conditions	2
Lab4	develop error correction for the control system	2
Lab5	-evaluation of quality results obtained.	2

	Total hours: 10
--	-----------------

TEACHING TOOLS USED
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - preparation for laboratory class N3. report preparation N4. tutorials N5. 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_W02	test
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	prepare reports
F2	PEK_U01,PEK_U02,PEK_U03	evaluation reports
P = (F1+F2)/2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE</u>  <u>SECONDARY LITERATURE</u>

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Andrzej Roszkowski tel.: (71) 320 2781 email: [andrzej.roszkowski@pwr.edu.pl](mailto:andrzej.roszkowski@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Seminarium dyplomowe**

Nazwa w języku angielskim: **Diploma Seminar**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042216**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					20
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					30
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS					1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					

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

1. Przekrojowa znajomość zagadnień z przebiegu studiów I i II stopnia.

### CELE PRZEDMIOTU

C1. Uzyskanie umiejętności prezentowania pracy dyplomowej.

C2. Uzyskanie umiejętności prowadzenia dyskusji na temat węzłowych zagadnień z zakresu studiów I i II stopnia.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### **I. Z zakresu wiedzy:**

### **II. Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 - Student powinien umieć prowadzić merytoryczną dyskusję na temat pracy dyplomowej oraz węzłowych zagadnień z zakresu studiów I i II stopnia.

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 - Student rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Seminarium		Liczba godzin
Sem1	Wprowadzenie, omówienie struktury i sposobu redagowania pracy dyplomowej.	2
Sem2	Dyskusja wstępna na temat prac dyplomowych.	2
Sem3	Powtórka materiału, analiza podstawowych pytań egzaminacyjnych i sposób prowadzenia dyskusji w trakcie egzaminu dyplomowego - pytania z dziedzin podstawowych.	2
Sem4	Powtórka materiału, analiza podstawowych pytań egzaminacyjnych i sposób prowadzenia dyskusji w trakcie egzaminu dyplomowego - pytania z zakresu konstrukcji.	2
Sem5	Powtórka materiału, analiza podstawowych pytań egzaminacyjnych i sposób prowadzenia dyskusji w trakcie egzaminu dyplomowego - pytania z zakresu technologii.	2
Sem6	Prezentacja stopnia zaawansowania prac dyplomowych.	8
Sem7	Podsumowanie seminarium.	2
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
 N2. dyskusja problemowa  
 N3. prezentacja multimedialna

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Seminarium)

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, K01	udział w dyskusjach problemowych
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Gronostajski tel.: 21-73 email: zbigniew.gronostajski@pwr.edu.pl

Faculty of Mechanical Engineering

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Seminarium dyplomowe**

Name in English: **Diploma Seminar**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042216**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					20
Number of hours of total student workload (CNPS)					30
Form of crediting					Crediting with grade
Group of courses					
Number of ECTS points					1
including number of ECTS points for practical (P) classes					1
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes					

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Cross-sectional knowledge on the problems taught in the I and II degree of the studies.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To acquire the skill of presenting the diploma work.
- C2. To acquire the skill of discussing the fundamental problems learnt in the I and II degree of the studies.



## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

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

PEK\_U01 - The student is supposed to have the skill of discussing the problems presented in their diploma work as well as the fundamental problems learnt in the I and II degree of the studies.

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

PEK\_K01 - The student understands the need for continuing their education process and knows the educational possibilities

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Seminar		Number of hours
Sem1	Introduction, discussion of the structure and the way of editing the diploma work.	2
Sem2	Introductory discussion on the diploma works.	2
Sem3	Revision, analysis of the basic exam questions and the way of conducting the discussion during the diploma examination – questions from the fundamental areas.	2
Sem4	Revision, analysis of the basic exam questions and the way of conducting the discussion during the diploma examination – questions from the design area.	2
Sem5	Revision, analysis of the basic exam questions and the way of conducting the discussion during the diploma examination – questions from the technology area.	2
Sem6	Presentation of the students' work effects.	8
Sem7	Summary.	2
		Total hours: 20

## TEACHING TOOLS USED

N1. self study - self studies and preparation for examination  
 N2. problem discussion  
 N3. multimedia presentation

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Seminar)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01, PEK, K01	Problem discussion
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE</u>
<u>SECONDARY LITERATURE</u>

SUBJECT SUPERVISOR
Prof. dr hab. inż. Zbigniew Gronostajski tel.: 21-73 email: zbigniew.gronostajski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Automatyzacja procesów produkcyjnych**

Nazwa w języku angielskim: **Automation of production processes**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042230**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10		20		
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. Zaliczony kurs: Podstawy automatyki

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Wyjaśnić budowę układów automatyki
- C2. Wyjaśnić działanie układów automatyki
- C3. Wyjaśnić zasady stosowania układów automatyki

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Potrafi opisać budowę elementów automatyki

PEK\_W02 - Potrafi wyjaśnić działanie układów automatyki

PEK\_W03 - Potrafi dobrać elementy do automatyzacji procesu produkcyjnego

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi zastosować elementy automatyki do automatyzacji procesów produkcyjnych

PEK\_U02 - Potrafi oprogramować wybrane elementy automatyki

PEK\_U03 - Potrafi eksploatować zautomatyzowane procesy produkcyjne

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Ma świadomość znaczenia zespołowej współpracy.

PEK\_K02 - Potrafi wyszukiwać informacje dotyczące zagadnień różnych dziedzin techniki.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp, pojęcia podstawowe, budowa układów automatyki i ich klasyfikacja.	1
Wy2	Opis matematyczny układów automatyki.	1
Wy3	Regulatory przemysłowe. Sterowniki programowalne PLC	1
Wy4	Aspekty bezpieczeństwa technicznego.	1
Wy5	Sieciowe systemy komunikacyjne	1
Wy6	Napędy elektryczne	1
Wy7	Roboty przemysłowe	1
Wy8	Systemy wizyjne	1
Wy9	Interfejsy HMI i systemy SCADA	1
Wy10	Kolokwium	1
		Suma: 10
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Regulatory przemysłowe	2
Lab2	Sterowniki PLC	2
Lab3	Serwonapędy elektryczne	2
Lab4	Systemy bezpieczeństwa funkcjonalnego	2
Lab5	Roboty przemysłowe	2
Lab6	Systemy wizyjne	2
Lab7	Sieci przemysłowe	2
Lab8	Interfejsy HMI i systemy SCADA	2

Lab9	Automatyzacja procesu obróbki	2
Lab10	Automatyzacja systemu transportu	2
		Suma: 20

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N3. przygotowanie sprawozdania  
N4. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N5. konsultacje

#### 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,	kolokwium
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,	KARTKÓWKA
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03,	SPRAWOZDANIE Z ĆWICZEŃ LABORATORYJNYCH
P = ŚREDNIA Z WSZYSTKICH OCEN		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Legierski T., Wyrwał J., Kasprzyk J., Hajda J., tytuł: Programowanie sterowników PLC, Kosmol J., tytuł: Automatyzacja obrabiarek i obróbki skrawaniem, WNT, rok: 2000 Jakuszczyk R.: Programowanie systemów SCADA. WPK J. Skalmierskiego, Gliwice 2002 Solnik W. ; Zajda Z.: Komputerowe sieci przemysłowe Profibus DP i MPI, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Barczyk J., Automatyzacja procesów dyskretnych, WPW 2003

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Rafał Więclawek tel.: 36-96 email: rafal.wieclawek@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Automatyzacja procesów produkcyjnych**

Name in English: **Automation of production processes**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042230**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10		20		
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. Completed course: Fundamentals of Automatic Control

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Explain building automation systems
- C2. Explain the operation of control systems
- C3. Explain the rules for the application of automation

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - Can describe the construction of automation components

PEK\_W02 - Can explain the operation of control systems

PEK\_W03 - Can choose the components for the automation of the production process

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

PEK\_U01 - Can apply automation components for process automation

PEK\_U02 - Can program the selected control elements

PEK\_U03 - Is able to operate automated manufacturing processes

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

PEK\_K01 - Recognizes the importance of team collaboration.

PEK\_K02 - Can search for information regarding the various fields of technology.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction, basic concepts, building automation systems and their classification.	1
Lec2	The mathematical description of automation.	1
Lec3	Industrial control system. PLCs	1
Lec4	Aspects of safety.	1
Lec5	Network communication systems	1
Lec6	Electric drives	1
Lec7	Industrial robots	1
Lec8	Vision Systems	1
Lec9	HMI and SCADA systems	1
Lec10	Test	1
		Total hours: 10
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Industrial control system.	2
Lab2	Programmable logic controllers	2
Lab3	Electric servo drives	2
Lab4	Electric servo drives	2
Lab5	Industrial robots	2
Lab6	Vision Systems	2



Lab7	Industrial networks	2
Lab8	HMI and SCADA	2
Lab9	Automating the process of treatment process	2
Lab10	Automating the process of transport	2
		Total hours: 20

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - preparation for laboratory class N3. report preparation N4. self study - self studies and preparation for examination N5. tutorials		

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,	Test
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,	Test
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03,	REPORT OF LABORATORY PRACTICE
P = ŚREDNIA Z WSZYSTKICH OCEN		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

Legierski T., Wyrwał J., Kasprzyk J., Hajda J., tytuł: Programowanie sterowników PLC, Kosmol J., tytuł: Automatyzacja obrabiarek i obróbki skrawaniem, WNT, rok: 2000 Jakuszczyński R.: Programowanie systemów SCADA. WPK J. Skalmierskiego, Gliwice 2002 Solnik W. ; Zajda Z.: Komputerowe sieci przemysłowe Profibus DP i MPI, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005

### SECONDARY LITERATURE

Barczyk J., Automatyzacja procesów dyskretnych, WPW 2003

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Rafał Więclawek tel.: 36-96 email: rafal.wieclawek@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Metalurgia i fizyka procesów spawalniczych**

Nazwa w języku angielskim: **Welding processes metallurgy and physics**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042231**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0.6				

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

1. Wiedza w zakresie metalurgii stali i metali kolorowych, metaloznawstwa i obróbki cieplnej stali, miedzi i aluminium. Wiedza dotycząca metod spajania .

### CELE PRZEDMIOTU

C1. Poznanie podstaw spajania materiałów

C2. Poznanie procesów metalurgicznych i zmian w strefie wpływu ciepła spajanych materiałów

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student potrafi scharakteryzować fizyko - chemiczne podstawy spajania materiałów

PEK\_W02 - Student potrafi opisać procesy metalurgiczne w procesach spajania

PEK\_W03 - Student potrafi wytłumaczyć zmiany zachodzące w strefie wpływu ciepła

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Powiązać wiedzę z chemii, fizyki, metaloznawstwa.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Fizyko-chemiczne podstawy łączenia materiałów inżynierskich, Podstawy termodynamiczne i metalurgiczne procesów spajania	2
Wy2	Metalurgia spawania stali konstrukcyjnych	2
Wy3	Metalurgia spawania stali stopowych i wysokostopowych	2
Wy4	Metalurgia spajania miedzi i aluminium	2
Wy5	Połączenia różnoimienne	1
Wy6	Kolokwium zaliczeniowe	1
		Suma: 10

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. 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_W03	kolokwium
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Tasak E., Ziewiec A.: Spawalność materiałów konstrukcyjnych. Wyd. JAK, Kraków 2009

Butnicki S.: Spawalność i kruchość stali. WNT, Warszawa 1975

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Pilarczyk J. (red.): Poradnik Inżyniera. Spawalnictwo. T. I i II, WNT Warszawa 2003, 2005

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Andrzej Ambroziak tel.: 21-48 email: [andrzej.ambroziak@pwr.edu.pl](mailto:andrzej.ambroziak@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Metalurgia i fizyka procesów spawalniczych**

Name in English: **Welding processes metallurgy and physics**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042231**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10				
Number of hours of total student workload (CNPS)	30				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	1				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	0.6				

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge in the field of metallurgy of steel and non-ferrous metals, metallurgy and heat treatment of steel, copper and aluminum. Knowledge about joining methods.

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. Understanding the basics of bonding materials

C2. Understanding metallurgical processes and changes in the heat affected zone of materials

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Student is able to characterize the physicochemical basis of bonding materials

PEK\_W02 - Student is able to describe metallurgical processes in bonding processes

PEK\_W03 - The student knows and can explain the changes taking place in the heat affected zone

### II. Relating to skills:

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Linking knowledge from chemistry, physics, and metal science.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Physico-chemical basis for joining engineering materials. Thermodynamic and metallurgical foundations of bonding processes	2
Lec2	Metallurgy for welding construction steels	2
Lec3	Metallurgy welding of alloy steels and high-alloy steels	2
Lec4	Metallurgy of copper and aluminum bonding	2
Lec5	Unlike connections	1
Lec6	Final test	1
		Total hours: 10

## TEACHING TOOLS USED

N1. 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_W03	Final test

P = F1

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Andrzej Ambroziak tel.: 21-48 email: [andrzej.ambroziak@pwr.edu.pl](mailto:andrzej.ambroziak@pwr.edu.pl)



## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Zaawansowane technologie wytwarzania**

Nazwa w języku angielskim: **Advanced production technics**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042232.**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2				

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

1. Posiada podstawową wiedzę z zakresu technik wytwarzania
2. Posiada podstawową wiedzę dotyczącą praw fizyki i mechaniki technicznej

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poszerzenie wiedzy z zakresu innowacyjnych, zaawansowanych technik i technologii wytwarzania
- C2. Zapoznanie z nowoczesnymi materiałami konstrukcyjnymi, narzędziowymi oraz powłokami ochronnymi
- C3. Przedstawienie zagadnień związanych z nanotechnologią i mikroobróbką
- C4. Nadzorowanie procesów obróbkowych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Wiedza z zakresu nowoczesnych, zaawansowanych technologii wytwarzania.

PEK\_W02 - Wskazywanie problemów technologicznych oraz proponowanie nowoczesnych rozwiązań z tego zakresu.

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Kompetencje do działań zespołowych w twórczym rozwiązywaniu problemów technologicznych.

PEK\_K02 - Potrafi krytycznie oceniać opinie innych osób w oparciu o własną wiedzę.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Ekologia w wytwarzaniu	2
Wy2	Nadzorowanie procesów wytwarzania	2
Wy3	Kształtowanie materiałów ceramicznych i trudnoobrabialnych	2
Wy4	Kształtowanie materiałów kompozytowych	2
Wy5	Kształtowanie krawędzi (gratowanie, fazowanie)	2
Wy6	Nanotechnologie i mikroobróbka	2
Wy7	Wykorzystanie laserów w technice	2
Wy8	Zaawansowane techniki wykonywania gwintów	2
Wy9	Kształtowanie wysokociśnieniową strugą wody	2
Wy10	Efektywność wytwarzania	2
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
- N2. konsultacje
- N3. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu
- N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium

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_K	kolokwium
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u>  Oczoś K.E., Kawalec A., Kształtowanie metali lekkich, PWN, Warszawa 2012</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u>  Edward Pająk, Zaawansowane technologie współczesnych systemów produkcyjnych, wydawnictwo: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, rok: 2000</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
Prof. dr hab. inż. Piotr Cichosz tel.: 21-57 email: piotr.cichosz@pwr.edu.pl

Faculty of Mechanical Engineering

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Zaawansowane technologie wytwarzania**

Name in English: **Advanced production technics**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042232.**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	Examination				
Group of courses					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

SUBJECT OBJECTIVES

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

**I. Relating to knowledge:**

**II. Relating to skills:**

**III. Relating to social competences:**

PROGRAM CONTENT		
Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1		2
Lec2		2
Lec3		2
Lec4		2
Lec5		2
Lec6		2
Lec7		2
Lec8		2
Lec9		2
Lec10		2
		Total hours: 20

TEACHING TOOLS USED
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. tutorials N3. self study - self studies and preparation for examination N4. self study - preparation for laboratory class

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_K	
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Piotr Cichosz tel.: 21-57 email: [piotr.cichosz@pwr.edu.pl](mailto:piotr.cichosz@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Praca przejściowa**

Nazwa w języku angielskim: **Pre-final project**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042233**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				60	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS				2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				2.8	

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

1. Ma podstawową wiedzę na temat metod wytwarzania wyrobów różnymi technikami: odlewniczymi, spawalniczymi, przeróbki plastycznej, obróbki skrawaniem.
2. Ma podstawową wiedzę dotyczącą zasad doboru maszyn, oprzyrządowania oraz narzędzi do realizacji różnych procesów wytwarzania wyrobów.
3. Ma wiedzę z zakresu podstaw projektowania procesów technologicznych.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy i umiejętności krytycznej analizy doboru technologii i planowania sposobu wykonania wyrobów.  
 C2. Nabycie wiedzy i umiejętności doboru, dla wybranego sposobu wykonania wyrobu, odpowiednich maszyn, narzędzi, oprzyrządowania technologicznego i parametrów procesu.  
 C3. Nabycie umiejętności wykonania projektu procesu technologicznego wytwarzania wyrobów.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### **I. Z zakresu wiedzy:**

### **II. Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 - Potrafi dobrać i zaplanować technologię wytwarzania wyrobów.

PEK\_U02 - Potrafi poprawnie dobrać warunki i parametry technologii wytwarzania wyrobów.

PEK\_U03 - Potrafi opracować i wykonać projekt procesu technologicznego wykonania wyrobów

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 - Nabywa umiejętności dbałości o estetykę wykonania pracy i ponoszenia odpowiedzialności za jej wykonanie.

PEK\_K02 - Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.

PEK\_K03 - Nabywa umiejętności pracy zespołowej.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Prezentowanie celu, zakresu i omówienie sposobu realizacji i warunków zaliczenia pracy przejściowej. Podanie propozycji i omówienie tematów prac technologicznych. Podanie spisu literatury.	3
Proj2	Analiza możliwości i sposobów wykonania zadanego wyrobu zależnych m. in. od jego konstrukcji, wymaganych właściwości użytkowych i wielkości produkcji . Prezentowanie i dyskusja ostatecznej koncepcji technologii wykonania.	6
Proj3	Opracowanie założeń technologicznych, dobór parametrów wykonania, wykonanie niezbędnych obliczeń dla wybranego sposobu wykonania.	6
Proj4	Dobór maszyn, urządzeń, narzędzi i oprzyrządowania do realizacji przyjętego procesu wykonania.	3
Proj5	Opracowanie struktury procesu technologicznego, szczegółowego planu wybranych operacji, kolejności podstawowych i dodatkowych zabiegów, i norm czasowych, kart technologicznych itd.	6
Proj6	Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej projektu (rysunek złożeniowy i rysunki wykonawcze). Prezentacja i obrona projektu.	6
		Suma: 30



## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. praca własna - przygotowanie do projektu  
 N2. prezentacja projektu  
 N3. konsultacje

## 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_U03, PEK_K01 - PEK_K03	Ocena przygotowania projektu
F2	PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03	Obrona projektu
$P = (F1+F2)/2$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA  
 PODAJE PROWADZĄCY

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA  
 PODAJE PROWADZĄCY

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Mateusz Stachowicz tel.: 713204235 email: mateusz.stachowicz@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Praca przejściowa**

Name in English: **Pre-final project**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042233**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)				30	
Number of hours of total student workload (CNPS)				60	
Form of crediting				Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points				2	
including number of ECTS points for practical (P) classes				2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes				2.8	

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

1. Has a basic knowledge of production methods of using various techniques: casting, welding, plastic forming, machining.
2. Has a basic knowledge of the principles of machines selection, equipment and tools for the implementation to various manufacturing processes.
3. Has a knowledge of the basics of the process designing.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquisition of knowledge and skills of a critical analysis for selection the planning technology and methods to manufacture the products.
- C2. Acquisition of knowledge and skills to choice suitable machines, tools and equipment of technological tooling, process parameters for the selected method of product manufacturing.
- C3. Acquire the execution skills to the project of the products manufacturing process.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Can select and plan the manufacturing technology of the products.

PEK\_U02 - Can correctly evaluate the conditions and parameters of the products manufacturing technology.

PEK\_U03 - Can develop and carry out the project of products manufacturing technology.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Acquires the ability to care about the aesthetics of the work and the responsibility for its implementation.

PEK\_K02 - Can think and act in a creative way.

PEK\_K03 - Acquires a teamwork skills.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Presentation of the course. The scope and discuss how to implement and the pass the pre-final project. Edition proposals and discussion of topics of technological projects. Entering literature list.	3
Proj2	Analysis of possibilities and ways to accomplish the product depending of its construction, required performance and production volume. Presentation and discussion about the final concept of manufacturing technology.	6
Proj3	Development of technological assumptions, selection of the performance parameters, perform the necessary calculations for the selected method of manufacturing.	6
Proj4	Selection of machines, tools and equipment for realization of the agreed manufacturing process.	3
Proj5	Execution the structure of technological process, with detailed plan of selected operations, the order of basic and additional treatments, time standards, technological brochures, etc.	6
Proj6	Development of the project design documentation (assembly drawing and executive drawings). Presentation with the project defense.	6
		Total hours: 30

## TEACHING TOOLS USED

N1. self study - preparation for project class

N2. project presentation

N3. tutorials

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_U03, PEK_K01 - PEK_K03	Evaluation of the project preparation
F2	PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03	Project defense.
$P = (F1+F2)/2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE</u>
<u>SECONDARY LITERATURE</u>

SUBJECT SUPERVISOR
dr inż. Mateusz Stachowicz tel.: 713204235 email: mateusz.stachowicz@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Badania nieniszczące wyrobów**

Nazwa w języku angielskim: **Non Destructive Testing**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042234**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10		10		
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				

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

1. Ma wiedzę o podstawowych własnościach mechanicznych materiałów inżynierskich; ma uporządkowaną wiedzę o rodzajach metalicznych materiałów inżynierskich - ich budowie, właściwościach, zastosowaniach i zasadach doboru.
2. Potrafi czytać i interpretować rysunki i schematy stosowane w dokumentacji technicznej, potrafi wykonać dokumentację techniczną.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie metod badań nieniszczących stosowanych we współczesnej technice.  
 C2. Zapoznanie się z wybranymi metodami badań nieniszczących: metodą wizualną, penetracyjną, magnetyczno-proszkową, ultradźwiękową, badaniami radiograficznymi.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 - Potrafi wyjaśnić zalety i ograniczenia wybranych metod badań nieniszczących.  
 PEK\_W02 - Potrafi zaproponować metodę badań nieniszczących do danego elementu konstrukcji lub eksploatowanego środka transportu (np. samochód osobowy, suwnica, naczynia wyciągowe, konstrukcja spawana, zbiornik ciśnieniowy i inne).  
 PEK\_W03 - Potrafi zidentyfikować i ocenić zagrożenia wynikające z potencjalnie wykrytych niezgodności.

### II. Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 - Stosuje poznane metody badań nieniszczących w konstrukcjach spawanych, odlewach i gotowych wyrobach w czasie eksploatacji.  
 PEK\_U02 - Potrafi opracować protokół z przeprowadzonych badań nieniszczących.  
 PEK\_U03 - Potrafi wykonać wybrane badania nieniszczące i ocenić ich wyniki.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 - Potrafi w sposób jasny i klarowny wyjaśnić uzyskane wyniki badań i ocenić je w sposób krytyczny.  
 PEK\_K02 - Umie obiektywnie ocenić argumenty, racjonalnie tłumaczyć i uzasadnić własny punkt widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu badań nieniszczących.  
 PEK\_K03 - Zna zasady zespołowej współpracy dotyczącej doskonalenia metod wyboru strategii mającej na celu optymalne rozwiązywanie powierzonych grupie problemów.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp. Zasady zaliczenia. Badania wizualne.  Badania penetracyjne.  Badania magnetyczno-proszkowe.  Badania radiograficzne.  Badania ultradźwiękowe spoin i zgrzein - cz. I  Badania ultradźwiękowe - cz. II. Ocena wielkości niezgodności metodą ultradźwiękową.  Badania ultradźwiękowe zgrzein punktowych głowicami wieloprzetwornikowymi 2D. Zaliczenie	10
		Suma: 10

Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	<p>Wstęp. Zasady zaliczenia. Badania wizualne.</p> <p>Badania penetracyjne.</p> <p>Badania magnetyczno-proszkowe.</p> <p>Badania radiograficzne.</p> <p>Badania ultradźwiękowe spoin i zgrzein - cz. I</p> <p>Badania ultradźwiękowe - cz. II. Ocena wielkości niezgodności metodą ultradźwiękową.</p> <p>Badania ultradźwiękowe zgrzein punktowych głowicami wieloprzetwornikowymi 2D. Zaliczenie.</p>	10
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. przygotowanie sprawozdania  
N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N4. konsultacje

#### 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	kolokwium
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_W01-PEK_W03	kartkówka wejściówka,
F2	PEK_U01-PEK_U03	odpowiedzi ustne, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych,

F3	PEK_K01-PEK_K03	udział w dyskusjach problemowych
$P = (F1 + F2 + F3) / 3$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Lewińska-Romicka A. , Badania nieniszczące-podstawy defektoskopii, WNT Warszawa 2001

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Poradnik Inżyniera - Spawalnictwo T1., pod red. J. Pilarczyka, WNT Warszawa 2003

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Marcin Korzeniowski tel.: 42-55 email: marcin.korzeniowski@pwr.edu.pl



## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Badania nieniszczące wyrobów**

Name in English: **Non Destructive Testing**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042234**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10		10		
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				

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

1. Student has knowledge of the basic mechanical properties of engineering materials, ordered knowledge about the types of metallic materials engineering - their construction, properties, applications and selection rules.
2. Abilities to read and interpret drawings and diagrams used in the technical documentation, abilities to do the technical documentation.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Getting knowledge of non-destructive testing methods used in modern technology.
- C2. Getting to know the different methods of NDT: visual, liquid penetrant, magnetic-particle, ultrasonic, radiographic, etc..

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - Student can explain the advantages and limitations of selected methods of non-destructive testing.

PEK\_W02 - Student is able to propose a method for non-destructive testing for a structural component or means of transportation (eg car, crane, container extraction, welded, pressure vessels, etc.).

PEK\_W03 - Student is able to identify and assess potential risks of detected flaws.

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

PEK\_U01 - Applying non-destructive testing methods in welding structures, castings and finished products during the operation.

PEK\_U02 - Ability to prepare the protocol of non-destructive examinations.

PEK\_U03 - Ability to do selected non-destructive testing and assess its results.

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

PEK\_K01 - Ability to explain the results of research and assess them critically.

PEK\_K02 - Student can objectively evaluate arguments rationally explain them and justify his point of view using the knowledge of non-destructive testing.

PEK\_K03 - Knowing the rules of team cooperation on improving methods for the selection of a strategy to optimally solve problems assigned to the group.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction. Principles of assessment. Visual examination.  Liquid penetrant testing  Magnetic-particle testing  Radiographic testing  Ultrasonic testing of welding joints , part 1  Ultrasonic testing, part II. Assessment the size of flaw by ultrasonic testing.  Ultrasonic testing of spot welds using 2D arrays. Test grade.	10
		Total hours: 10
Form of classes – Laboratory		Number of hours

Lab1	Introduction. Principles of assessment. Visual examination.	10
	Liquid penetrant testing	
	Magnetic-particle testing	
	Radiographic testing	
	Ultrasonic testing of welding joints , part 1	
	Ultrasonic testing, part II. Assessment the size of flaw by ultrasonic testing.	
	Ultrasonic testing of spot welds using 2D arrays. Test grade.	
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. report preparation N3. self study - preparation for laboratory class N4. tutorials		

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	test grade
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_W01-PEK_W03	short test
F2	PEK_U01-PEK_U03	oral answers, laboratory report,
F3	PEK_K01-PEK_K03	participation in discussion
P = (F1+ F2+F3) /3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Lewińska-Romicka A. , Badania nieniszczące-podstawy defektoskopii, WNT Warszawa 2001

SECONDARY LITERATURE

Poradnik Inżyniera - Spawalnictwo T1., pod red. J. Pilarczyka, WNT Warszawa 2003

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Marcin Korzeniowski tel.: 42-55 email: marcin.korzeniowski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Organizacja procesów produkcyjnych**

Nazwa w języku angielskim: **The organization of production processes**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042235**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20			10	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			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. Podstawowa wiedza z zakresu zarządzania organizacją oraz procesami wytwórczymi.
2. Znajomość metod analizy i usprawniania procesów produkcyjnych.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Celem kursu jest zapoznanie się z poszczególnymi obszarami organizacji i projektowania procesów produkcyjnych, z uwzględnieniem specyfiki przepływu informacji technologicznej, jej struktury i powiązań w przedsiębiorstwie produkcyjnym.

C2. Celem kursu jest opanowanie umiejętności organizacji, planowania, projektowania i zarządzania procesami zachodzącymi w przedsiębiorstwie produkcyjnym.

C3. Celem kursu jest nabycie praktycznej umiejętności modelowania i symulacji podstawowych funkcji przedsiębiorstwa i procesu produkcyjnego (wytworzenia, zaopatrzenia, logistyki, stanów magazynowych).

C4. Celem kursu jest zapoznanie z nowoczesnymi metodami oraz systemami wspierającymi zarządzanie przedsiębiorstwem.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### **I. Z zakresu wiedzy:**

PEK\_W01 - Zna metody planowania, przygotowania i analizy systemów produkcyjnych.

PEK\_W02 - Zna i potrafi skutecznie wykorzystać techniki i narzędzia optymalizacji systemów produkcyjnych.

PEK\_W03 - Posiada informacje o najnowszych trendach w zarządzaniu przedsiębiorstwem produkcyjnym.

### **II. Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 - Potrafi zamodelować fragment systemu wytwórczego.

PEK\_U02 - Potrafi usprawnić działanie systemu wytwórczego.

PEK\_U03 - Potrafi tworzyć nowe, zreorganizowane warianty systemu wytwórczego.

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 - Myśleć i działać w sposób logiczny.

PEK\_K02 - Potrafi wyciągać logiczne wnioski i w sposób uporządkowany rozwiązywać postawiony problem.

PEK\_K03 - Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego zadania.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie.	2
Wy2	Organizacja procesowa systemów wytwórczych – workflow.	2
Wy3	Narzędzia i metody usprawniania procesów produkcyjnych.	2
Wy4	Zarządzanie rozwojem produktu – systemy PDM i PLM.	2
Wy5	Reorganizacja procesów w przedsiębiorstwie wytwórczym.	2
Wy6	Nowe metody zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym.	2
Wy7	Elementy koncepcji zrównoważonego rozwoju w organizacji procesów produkcyjnych.	2
Wy8	Podsumowanie i weryfikacja zdobytej wiedzy.	2
		Suma: 16

Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Realizacja modelu fragmentu systemu wytwórczego.	4
Proj2	Przeprowadzenie eksperymentów - symulacja procesu wytwórczego.	3
Proj3	Opracowanie optymalnego modelu fragmenty systemu wytwórczego dla zadanych kryteriów.	3
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. konsultacje  
N3. praca własna - przygotowanie do projektu  
N4. prezentacja multimedialna  
N5. 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_W03	kolokwium
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_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	obrona projektu
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Autor: Chlebus Edward, tytuł: Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji,

Autor: Klemens J. Wróblewski, tytuł: Podstawy sterowania przepływem produkcji,

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Autor: 1.Chlebus Edward, Cholewa Mariusz, Czajka Jacek, tytuł: Systemy PLM w rozproszonym projektowaniu i wytwarzaniu.

Autor: 2.Chlebus Edward, Burduk Anna, Cholewa Mariusz, Chrobot Jarosław, Kowalski Arkadiusz, Susz Sławomir, tytuł: Symulacja komputerowa w procesowym zarządzaniu produkcją.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Małgorzata Rusińska tel.: 713202056 email: malgorzata.rusinska@pwr.edu.pl



## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Organizacja procesów produkcyjnych**

Name in English: **The organization of production processes**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042235**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20			10	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	Crediting with grade			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. Basic knowledge in area of organization management and manufacturing processes.
2. Knowledge of methods of analysis and improvement of production processes.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The aim of the course is to familiarize with the different areas of organization and design of production processes, taking into account the specificity of the flow of technological information, its structure and its relation to the production company.
- C2. The aim of the course is to master the skills of organization, planning, design and process management in a manufacturing company.
- C3. The aim of the course is to acquire practical skills in modeling and simulating basic organizational functions and production processes (manufacturing, supply, logistics, stock).
- C4. The aim of the courses is to familiarize with modern methods and systems supporting production companies management.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Knows how to plan, prepare and analyze production systems.

PEK\_W02 - Knows and is able to effectively use techniques and tools to optimize production systems.

PEK\_W03 - It provides information on the latest trends in the management of a manufacturing company.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - He can model part of the manufacturing system.

PEK\_U02 - Can improve the operation of the manufacturing system.

PEK\_U03 - Can create new, reorganized variants of the manufacturing system.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Think and act in a logical way.

PEK\_K02 - Can draw logical conclusions and in an orderly way solve the problem.

PEK\_K03 - Can appropriately determine the priorities for accomplishing specific tasks.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction.	2
Lec2	Process organization of production systems – workflow.	2
Lec3	Process Simulation - Objectives and Tools.	2
Lec4	Product Development Management - PDM and PLM systems.	2
Lec5	Reorganization of processes in the manufacturing company.	2
Lec6	New methods of managing a manufacturing company.	2
Lec7	Elements of the concept of sustainable development in the organization of production processes.	2
Lec8	Summary and verification of acquired knowledge.	2
		Total hours: 16

Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Implementation of the fragment model of the manufacturing system.	4
Proj2	Conducting experiments - simulation of the manufacturing process.	3
Proj3	Development of the optimal model of the production system fragments for the given criteria.	3
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. tutorials N3. self study - preparation for project class N4. multimedia presentation N5. 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_W03	test
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_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	project defense
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

Autor: Chlebus Edward, tytuł: Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji,

Autor: Klemens J. Wróblewski, tytuł: Podstawy sterowania przepływem produkcji,

### SECONDARY LITERATURE

Autor: 1.Chlebus Edward, Cholewa Mariusz, Czajka Jacek, tytuł: Systemy PLM w rozproszonym projektowaniu i wytwarzaniu.

Autor: 2.Chlebus Edward, Burduk Anna, Cholewa Mariusz, Chrobot Jarosław, Kowalski Arkadiusz, Susz Sławomir, tytuł: Symulacja komputerowa w procesowym zarządzaniu produkcją.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Małgorzata Rusińska tel.: 713202056 email: malgorzata.rusinska@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Specjalne metody łączenia**

Nazwa w języku angielskim: **Special methods of joining**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042237**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10		10		
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. Student wykazuje podstawową wiedzę na temat procesów spajania (charakterystyka metody, zasady BHP, parametry, wyposażenie stanowiska, technologia łączenia, dokumentacja, zastosowanie);  
Student wykazuje wiedzę o podstawowych własnościach mechanicznych materiałów inżynierskich - ich budowie, właściwościach, zastosowaniach i zasadach doboru;  
Student wykazuje podstawową wiedzę na temat procesów cieplnych/obróbki cieplnej;
2. Student potrafi rozróżnić podstawowe metody spajania;  
Student potrafi wykonywać podstawowe próby i badania materiałów inżynierskich;
3. Student wykazuje zdolności do współpracy zespołowej dotyczącej doskonalenia metod wyboru strategii, mającej na celu optymalne rozwiązywanie powierzonych problemów

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy o specjalnych technikach łączenia metodami spawalniczymi i pokrewnymi  
 C2. Zdobycie umiejętności doboru odpowiedniej technologii łączenia oraz podstawowych parametrów procesu  
 C3. Zdobycie umiejętności zaprojektowania procesu spajania wybranego wyrobu

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student zna definicje i charakterystyki specjalnych metod łączenia

PEK\_W02 - Student zna materiały wytworzone z wykorzystaniem specjalnych metod łączenia i ich typowe zastosowania

PEK\_W03 - Student zna metody kontroli/badań połączeń wykonanych specjalnymi metodami spajania

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Student potrafi dobrać odpowiednią metodę łączenia z grupy specjalnych oraz określić podstawowe parametry procesu

PEK\_U02 - Student potrafi zaproponować właściwą technologię spajania dla określonego wyrobu

PEK\_U03 - Student potrafi wykonać podstawowe połączenia wybranymi metodami specjalnymi

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Student wykazuje umiejętności wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy

PEK\_K02 - Student wykazuje zdolności do współpracy zespołowej dotyczącej doskonalenia metod wyboru strategii, mającej na celu optymalne rozwiązywanie powierzonych problemów

PEK\_K03 - Student wykazuje zdolności obiektywnego oceniania argumentów, racjonalnego tłumaczenia i uzasadniania własnego stanowiska z wykorzystaniem wiedzy z zakresu spawalnictwa

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Zastosowanie technologii laserowych w spawalnictwie	2
Wy2	Zastosowanie wiązki elektronów w spajaniu, cięciu, nakładaniu warstw i obróbce cieplnej materiałów	2
Wy3	Zastosowanie plazmy do spawania, cięcia, natryskiwania i napawania	2
Wy4	Specjalne metody lutowania materiałów zaawansowanych	2
Wy5	Specjalne metody zgrzewania	2
		Suma: 10
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Nowoczesne aplikacje zgrzewania tarcowego	2
Lab2	Spawanie i cięcie laserowe	2
Lab3	Spawanie podwodne	2

Lab4	Spawanie termitowe, zgrzewanie wybuchowe	2
Lab5	Nowoczesne aplikacje techniki klejenia	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. prezentacja multimedialna  
N2. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N3. konsultacje  
N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N5. 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	kolokwium
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_U03	kartkówka, sprawozdanie
F2	PEK_K01 - PEK_K03	udział w dyskusjach problemowych
P = (F1+F2)/2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

PILARCZYK J.: Procesy spajania, Poradnik Inżyniera Spawalnika, tom I i II, WNT, Warszawa 2003 i 2005.

FERENC K.: Spawalnictwo, WNT Warszawa, 2007.

NOWACKI J., CHUDZIŃSKI M., ZMITROWICZ P.: Lutowanie w budowie maszyn, WNT, Warszawa 2007.

KLIMPEL A.: Spawanie zgrzewanie i cięcie metali. Technologie, WNT, Warszawa 1999.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

BUKAT K., HACKIEWICZ H.: Lutowanie bezołowiowe, Wyd. BTC, 2007.

PAPKAŁA h.: Zgrzewanie oporowe metali, Wyd. KaBe, 2003.

BRANDENBURG A.: Kleben metallischer Werkstoffe, DVS-Verlag GmbH, Düsseldorf 2001.

GODZIMIRSKI J.: Wytrzymałość doraźna konstrukcyjnych połączeń klejowych, WNT, Warszawa 2002.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Tomasz Piwowarczyk tel.: 4255 email: tomasz.piwowarczyk@pwr.edu.pl



## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Specjalne metody łączenia**

Name in English: **Special methods of joining**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042237**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10		10		
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. A student has basic knowledge of welding processes (characteristics of methods, health and safety rules, parameters, equipment, joining technology, documentation, application);  
A student has knowledge of basic mechanical properties of engineering materials - their structure, properties, applications and principles of selection;  
A student has basic knowledge of thermal processes/heat treatment;
2. A student is able to distinguish basic methods of bonding;  
A student is able to perform basic tests and inspections of engineering materials;
3. Students shows the ability to improve team work on strategy selection methods, aimed at optimal solving of assigned problems

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquisition of basic knowledge about special joining techniques by welding methods and related
- C2. Acquiring an ability to choose the right joining technology and basic parameters of the process
- C3. Acquiring the ability to design the bonding process of the product

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - A student knows the definitions and characteristics of special joining methods

PEK\_W02 - A student knows the bonded materials obtained by using special joining methods and their typical applications

PEK\_W03 - A student knows the methods of inspection/test of joints made by special bonding methods

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - A student is able to choose the right method of special joining group and define the basic parameters of the process

PEK\_U02 - A student is able to propose the right joining technology for a particular product

PEK\_U03 - A student is able to perform basic joints with different special methods

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - A student shows ability to search for information and its critical analysis

PEK\_K02 - A student shows the ability to team work on improving methods of strategy selection aimed to optimal solving of assigned problems

PEK\_K03 - The student shows the ability of an objective evaluation of arguments, rational explanations and justifications of own position using knowledge of welding

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Application of laser technology in welding	2
Lec2	Application of electron beam in bonding, cutting, overlapping the layers and materials heat treatment	2
Lec3	Application of plasma in welding, cutting, spraying and surfacing	2
Lec4	Special methods of soldering and brazing of advanced materials	2
Lec5	Special methods of resistance welding	2
		Total hours: 10
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Modern applications of friction welding	2
Lab2	Plasma welding and cutting	2

Lab3	Underwater welding	2
Lab4	Termite welding, explosion welding	2
Lab5	Modern applications of adhesive technology	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED	
N1. multimedia presentation N2. traditional lecture with the use of transparencies and slides N3. tutorials N4. self study - preparation for laboratory class N5. 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	final test
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_U03	short test, laboratory report
F2	PEK_K01 - PEK_K03	participation in problems discussions
P = (F1+F2)/2		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

PILARCZYK J.: Procesy spajania, Poradnik Inżyniera Spawalnika, tom I i II, WNT, Warszawa 2003 i 2005.

FERENC K.: Spawalnictwo, WNT Warszawa, 2007.

NOWACKI J., CHUDZIŃSKI M., ZMITROWICZ P.: Lutowanie w budowie maszyn, WNT, Warszawa 2007.

KLIMPEL A.: Spawanie zgrzewanie i cięcie metali. Technologie, WNT, Warszawa 1999.

### SECONDARY LITERATURE

BUKAT K., HACKIEWICZ H.: Lutowanie bezołowiowe, Wyd. BTC, 2007.

PAPKAŁA h.: Zgrzewanie oporowe metali, Wyd. KaBe, 2003.

BRANDENBURG A.: Kleben metallischer Werkstoffe, DVS-Verlag GmbH, Düsseldorf 2001.

GODZIMIRSKI J.: Wytrzymałość doraźna konstrukcyjnych połączeń klejowych, WNT, Warszawa 2002.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Tomasz Piwowarczyk tel.: 4255 email: tomasz.piwowarczyk@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Wytwarzanie kompozytów metodami odlewniczymi**

Nazwa w języku angielskim: **Manufacturing of composite materials by casting methods**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042239**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10		10		
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. Podstawa wiedza z technik wytwarzania i odlewnictwa.
2. Podstawowa wiedza z metaloznawstwa

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z podstawową wiedzą na temat wytwarzania materiałów kompozytowych ich właściwościami oraz ich zastosowaniem.
- C2. Zapoznanie się studentów z odlewniczymi metodami wytwarzania kompozytów o osnowie metalowej.
- C3. Zapoznanie się studentów z metodami badań właściwości materiałów kompozytowych, ze szczególnym uwzględnieniem badań wytrzymałościowych i tribologicznych. w z metodami badań właściwości materiałów z metodami badań właściwości materiałów

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma podstawową wiedzę z zakresu otrzymywania i zastosowania materiałów kompozytowych. Zna rodzaje osnowy i mechanizmy umocnienia

PEK\_W02 - Ma podstawową wiedzę z zakresu metod wytwarzania kompozytów metodami odlewniczymi. Potrafi dobierać komponenty kompozytów pod konkretne zastosowanie.

PEK\_W03 - Ma podstawową wiedzę z metod badań wytrzymałościowych i tribologicznych nad materiałami kompozytowymi. Potrafi zdefiniować rodzaj zużycia oraz zinterpretować badania metalograficzne po badaniach tribologicznych.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi posługiwać się terminologią z zakresu materiałów kompozytowych ich wytwarzania oraz badań nad nimi.

PEK\_U02 - Potrafi scharakteryzować wybrane materiały kompozytowe. Potrafi dobrać parametry procesów wytwarzania materiałów kompozytowych.

PEK\_U03 - Potrafi dobrać i przygotować komponenty materiałów kompozytowych w celu uzyskania prawidłowego efektu umocnienia.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

PEK\_K02 - Przestrzega zasad i obyczajów panujących w środowisku akademickim

PEK\_K03 - Potrafi skorelować skutki działalności przemysłu z wpływem na środowisko naturalne

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Materiały kompozytowe-pojęcia podstawowe, podział	2
Wy2	Mechanizmy umacniania. Rodzaje połączeń osnowa-umocnienie	2
Wy3	Zjawiska powierzchniowe-zwilżalność faz zbrojących ciekłymi metalami-zjawisko kapilarne-reakcje chemiczne między składnikami kompozytów	2
Wy4	Metody wytwarzania materiałów kompozytowych-kompozyty in-situ-kompozyty ex-situMetody wytwarzania materiałów	2
Wy5	-prasowanie w stanie ciekłym (squeeze casting)-odlewanie z mieszaniem (stir casting), kolokwium	2
		Suma: 10

Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wytwarzanie porowatych kształtek ceramicznych do umacniania materiałów kompozytowych	2
Lab2	Infiltracja ciśnieniowa kształtek ceramicznych	2
Lab3	Wytwarzanie kompozytowych materiałów hybrydowych	2
Lab4	Wytwarzanie zawiesin kompozytowych poprzez odlewanie z mieszaniem	2
Lab5	Materiały gradientowe odlewane odśrodkowo. Zaliczenie	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. prezentacja multimedialna  
N2. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N3. konsultacje  
N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium

#### 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 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	kolokwium zaliczeniowe
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_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	kartkówka
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Jerzy Sobczak, Kompozyty metalowe, 2001; Józef Śleziona, Podstawy technologii kompozytów, 1998; Izabela Hyla, Józef Śleziona, Kompozyty. Elementy mechaniki i projektowania, 2004; Ochelski Stanisław, Metody doświadczalne mechaniki kompozytów konstrukcyjnych

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Janusz Braszczyński, KRYSTALIZACJA ODLEWÓW; Zbigniew Konopka, METALOWE KOMPOZYTY ODLEWANE, 2011

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Krzysztof Naplocha tel.: 27-22 email: [krzysztof.naplocha@pwr.edu.pl](mailto:krzysztof.naplocha@pwr.edu.pl)



## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Wytwarzanie kompozytów metodami odlewniczymi**

Name in English: **Manufacturing of composite materials by casting methods**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042239**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10		10		
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. Basic knowledge of manufacture and casting methods.
2. Basic knowledge of physical metallurgy.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Getting knowledge of the basic information about manufacturing methods, composite materials properties and their applications.
- C2. Getting knowledge about the casting methods to produce metal matrix composite.
- C3. Getting knowledge about the property test examinations included strength and wear tests.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - Basic knowledge about production and application of composite materials. Knowledge of matrix types and strengthening mechanisms.

PEK\_W02 - Basic knowledge about production and application of composite materials. Can select composite components for proper application.

PEK\_W03 - Basic knowledge about strength and wear investigations of composite materials. Can define wear mechanism and metallographic observations.

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

PEK\_U01 - Can use terminology related to composite materials, their manufacturing, and investigation of properties.

PEK\_U02 - Can characterize selected composite materials. Can apply proper process parameters.

PEK\_U03 - Can select and prepare composite components to achieve good reinforcing effect.

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

PEK\_K01 - Can think and act in a creative way.

PEK\_K02 - Follows the rules and customs prevailing in academia.

PEK\_K03 - Can correlate the effects of industry activity with the impact on the environment.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Composite materials- basic terms, groups.	2
Lec2	Strengthening mechanisms. Types of matrix-reinforcement interface.	2
Lec3	Surface phenomena, wetting of reinforcement by liquid metal, capillary phenomena, chemical reactions between composite components.	2
Lec4	Producing methods of composite materials, in-situ and ex-situ composites.	2
Lec5	Squeeze casting, stir casting. Exam	2
		Total hours: 10
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Manufacturing of porous ceramic preforms to reinforce composite materials	2
Lab2	Pressure infiltration of ceramic preforms.	2
Lab3	Production of hybrid composite materials	2
Lab4	Preparation of composite suspensions by stir casting.	2
Lab5	Centrifugal casting gradient materials. Credit	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED
N1. multimedia presentation N2. self study - self studies and preparation for examination N3. tutorials N4. self study - preparation for laboratory class

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_W03PEK_U01 - PEK_U03PEK_K01 - PEK_K03	Test
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_W01 - PEK_W03PEK_U01 - PEK_U03PEK_K01 - PEK_K03	Test
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u>  Jerzy Sobczak, Kompozyty metalowe, 2001; Józef Ślężona, Podstawy technologii kompozytów, 1998; Izabela Hyla, Józef Ślężona, Kompozyty. Elementy mechaniki i projektowania, 2004; Ochelski Stanisław, Metody doświadczalne mechaniki kompozytów konstrukcyjnych</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u>  Janusz Braszczyński, KRYSTALIZACJA ODLEWÓW; Zbigniew Konopka, METALOWE KOMPOZYTY ODLEWANE, 2011</p>

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Krzysztof Naplocha tel.: 27-22 email: [krzysztof.naplocha@pwr.edu.pl](mailto:krzysztof.naplocha@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Zaawansowane metody kształtowania plastycznego**

Nazwa w języku angielskim: **Advanced methods of metal forming**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042240**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20			10	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			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. Potrafi zaprojektować typowy proces kształtowania plastycznego
2. Posiada wiedzę o nowoczesnych materiałach inżynierskich
3. Potrafi wykorzystać metody analizy i optymalizacji procesów kształtowania

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zastosowanie nowoczesnych materiałów inżynierskich dla poprawy efektywności procesów kształtowania
- C2. Poznanie niekonwencjonalnych metod kształtowania
- C3. Zastosowanie metod analizy i optymalizacji procesów do projektowania

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Posiada wiedzę o nowoczesnych metodach kształtowania plastycznego oraz ich analizy

PEK\_W02 - Zna relacje pomiędzy właściwościami materiału, parametrami procesu kształtowania a rozkładem odkształceń i obciążeń materiału

PEK\_W03 - Potrafi wskazać kierunki modyfikacji procesu z punktu widzenia efektywności

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi zaprojektować nowoczesny proces kształtowania, dokonać analizy warunków granicznych, zoptymalizować proces

PEK\_U02 - Potrafi zaprojektować narzędzia, dobrać materiały, maszyny oraz sposób automatyzacji procesu

PEK\_U03 - Potrafi obliczyć niezbędne wyężenia materiału i narzędzi

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Ma świadomość wpływu wyboru rozwiązania na środowisko

PEK\_K02 - Potrafi wykorzystać różne źródła informacji do podejmowania decyzji

PEK\_K03 - Posiada umiejętność organizowania pracy grupowej

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Przegląd ograniczeń w procesach kształtowania plastycznego	1
Wy2	Definicja zaawansowanych metod kształtowania plastycznego, jako sposobu na pokonanie ograniczeń	1
Wy3	Kierunki rozwoju procesów obróbki plastycznej, dokładność wyrobów, efektywność procesów, poprawa elastyczności procesów, kształtowanie materiałów trudno odkształcalnych, skrócenie czasu przygotowania produkcji, ochrona środowiska	1
Wy4	Rozwój materiałów do kształtowania plastycznego, dla przemysłu samochodowego, materiały lekkie, materiały specjalne	2
Wy5	Nowoczesne materiały narzędziowe	2
Wy6	Wielotaktowe i transferowe metody w procesach kształtowania blach	1
Wy7	Zastosowanie metalurgii proszków do produkcji materiałów i wyrobów o specyficznych właściwościach	2
Wy8	Niekonwencjonalne metody kształtowania plastycznego	2
Wy9	Zwiększenie elastyczności metod kształtowania plastycznego	1
Wy10	Metody numeryczne w analizie, projektowaniu i optymalizacji procesów kształtowania	2
Wy11	Inżynierskie, specjalizowane programy MES	1
Wy12	Nowoczesne maszyny do kształtowania plastycznego	2
Wy13	Metody kontroli i sterowania procesami kształtowania	2
		Suma: 20

Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Ocena istotności i miejsc zagrożeń dotyczących pękania, fałdowania i dokładności wyrobu na podstawie danych literaturowych	1
Proj2	Opracowanie założeń do projektu procesu, ilość operacji, koncepcja kształtów pośrednich, wstępny dobór parametrów procesu, ocena dostępności wymaganych maszyn do kształtowania	2
Proj3	Opracowanie modelu CAD 3D oraz transfer geometrii do programu MES	2
Proj4	Modelowanie procesu kształtowania za pomocą inżynierskiego programu MES	2
Proj5	Konstrukcja narzędzi do kształtowania	2
Proj6	Ocena sprawności procesu w porównaniu do typowych metod kształtowania	1
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. wykład problemowy  
N3. praca własna - przygotowanie do projektu  
N4. konsultacje  
N5. praca własna, przygotowanie do zaliczenia wykładu

#### 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, PEK_K03	kolokwium
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, PEK_K03,	Ocena przygotowania projektu
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Richert J., Innowacyjne metody przeróbki plastycznej metali. Wydawnictwa AGH, Kraków, 2010.

Gronostajski Z., Badania stosowane w zaawansowanych procesach kształtowania plastycznego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2003.

Dyja H., Reologia metali odkształcanych plastycznie. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, 2010.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Boljanovic V., Sheet metal forming processes and die design New York : Industrial Press, cop. 2005.

Walsh R. A., McGraw-Hill Machining and metalworking handbook, McGraw-Hill, 2006

Rao S. S., Engineering optimization theory and practice . John Wiley & Sons. 2009

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Adam Niechajowicz tel.: 40-49 email: adam.niechajowicz@pwr.edu.pl



## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Zaawansowane metody kształtowania plastycznego**

Name in English: **Advanced methods of metal forming**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042240**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20			10	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	Crediting with grade			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. Able to design a typical process of metal forming
2. Possess a knowledge on modern engineering materials
3. Able to use of analysis methods and optimization of metal forming processes

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Application of modern engineering materials for processes efficiency improvement
- C2. Cognition of unconventional metal forming methods
- C3. Application of analysis methods and optimization of metal forming processes

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Possess a knowledge on modern metal forming methods and their analysis

PEK\_W02 - Know relations between material properties, metal forming process parameters and strain and load distributions

PEK\_W03 - Able to indicate of directions of process modification with respect to efficiency

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Able to design a modern process of metal forming, to analyze of limit conditions, to optimize of a process

PEK\_U02 - Able to design tools, to choose of materials, machines and process automation methods

PEK\_U03 - Able to calculate of necessary efforts of materials and tools

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Has awareness of the effect of method selection on environment

PEK\_K02 - Able to use different information sources for decision making

PEK\_K03 - Able to organize of team working

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Overview of limitations in metal forming processes	1
Lec2	Definition of advanced metal forming methods as a way of limits elimination	1
Lec3	Trends of metal forming process development, accuracy of parts, efficiency of processes, improvement of the process flexibility, forming of hard deformed materials, shortening of production preparation time, preservation of environment	1
Lec4	Development of materials for metal forming, automobile industry, light materials, special materials	2
Lec5	Modern tool materials	2
Lec6	Progressive and transfer methods in sheet metal forming processes	1
Lec7	Application of powder metallurgy for manufacturing materials and parts on specific properties	2
Lec8	Unconventional metal forming methods	2
Lec9	Enhancement of metal forming methods flexibility	1
Lec10	Numerical methods in analyze, designing and optimization of metal forming processes	2
Lec11	Engineering, dedicated FEM programs	1
Lec12	Modern machines for metal forming	2
Lec13	Control methods of metal forming processes	2
		Total hours: 20

Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Evaluation of significance and placement of risk of fracture, wrinkling and part accuracy on the base of literature	1
Proj2	Elaboration of assumptions to the process project, number of operations, conception of intermediate shapes, preliminary selection of parameters, assessment of necessary machines availability	2
Proj3	Elaboration of 3D CAD model and geometry transfer to FEM program	2
Proj4	Metal forming process modeling by engineering FEM program	2
Proj5	Metal forming tools design	2
Proj6	Assessment of process efficiency in relation to typical metal forming methods	1
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. problem lecture N3. self study - preparation for project class N4. tutorials N5. self study, preparation for lecture class

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, PEK_K03	colloquium
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, PEK_K03,	Assessment of project preparation
P = F1		

---

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
----------------------------------

<u>PRIMARY LITERATURE</u>
---------------------------

Richert J., Innovative methods of metal forming. AGH publishing, Krakow, 2010.
--

Gronostajski Z., Applied research in advanced metal forming processes. Editorial Office of Wroclaw university of Technology, Wroclaw, 2003.
---

Dyja H., Rheology of plastically deformed metals. Polytechnic of Czestochowa publishing.
--

<u>SECONDARY LITERATURE</u>
-----------------------------

Boljanovic V., Sheet metal forming processes and die design New York : Industrial Press, cop. 2005.
---

Walsh R. A., McGraw-Hill Machining and metalworking handbook, McGraw-Hill, 2006
---

Rao S. S., Engineering optimization theory and practice . John Wiley & Sons. 2009
---

SUBJECT SUPERVISOR
--------------------

dr inż. Adam Niechajowicz tel.: 40-49 email: adam.niechajowicz@pwr.edu.pl
---

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Narzędzia do przeróbki plastycznej**

Nazwa w języku angielskim: **Tools for metal forming**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042241**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0.6				

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

1. Podstawowe zagadnienia związane z technologią metali i obróbką plastyczną.
2. Podstawy nauki o materiałach. Materiały stosowane w budowie maszyn i urządzeń w obróbce plastycznej.
3. Podstawy projektowania procesów technologicznych w obróbce plastycznej.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie uczestników z budową podstawowych urządzeń stosowanych w obróbce plastycznej.  
C2. Uzyskanie wiedzy z zakresu materiałów stosowanych w budowie narzędzi do obróbki plastycznej na zimno oraz na gorąco.  
C3. Zapoznanie uczestników z typowymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi stosowanymi w budowie narzędzi do obróbki plastycznej.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma wiedzę z podstaw teorii plastyczności, metod analizy procesów kształtowania, zastosowania metod matematycznego modelowania do analizy procesów obróbki plastycznej

PEK\_W02 - Ma uporządkowaną wiedzę o metodach i technikach organizacji montażu urządzeń i maszyn

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Nabywa umiejętność ponoszenia odpowiedzialności za wykonywaną pracę

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Klasyfikacja podstawowych technologii kształtowania poprzez obróbkę plastyczną. Kształtowanie na zimno oraz na gorąco. Budowa urządzeń do obróbki plastycznej.	2
Wy2	Obróbka plastyczna na zimno. Rodzaje obróbki, stosowane narzędzia. Klasyfikacja materiałów stosowanych w obróbce plastycznej na zimno.	2
Wy3	Obróbka plastyczna na gorąco. Rodzaje obróbki, stosowane narzędzia. Klasyfikacja materiałów stosowanych w obróbce plastycznej na gorąco.	2
Wy4	Rozwiązania konstrukcyjne dotyczące budowy narzędzi do obróbki plastycznej. Obróbka cieplna materiałów stosowanych w budowie narzędzi do obróbki plastycznej.	2
Wy5	Analiza przykładowego procesu technologicznego wytwarzania detalu w obróbce plastycznej. Stosowane rozwiązania konstrukcyjne, materiałowe i technologiczne dotyczące narzędzi.	2
		Suma: 10

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
 N2. konsultacje  
 N3. 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_W02, PEK_K01,	kolokwium
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. BOLJANOVIC V.: Sheet metal forming processes and die design, Industrial Press, New York 2004.
2. MARCINIAK Z.: Konstrukcja tłoczników, WNT, Warszawa 2002.
3. ZIMNIAK Z.: System wspomagania projektowania, zapewnienia jakości i diagnozowania tłoczenia blach, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005
4. Ćwiczenia laboratoryjne z budowy maszyn część II Obróbka Plastyczna pod redakcją Henryka Ziemby, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1981.
5. MAZURKIEWICZ A., KOCUR L.: Obróbka plastyczna laboratorium , Politechnika Radomska, Radom 1997.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] H.J. Kleemola, M.T. Pelkkikangas, Effect of predeformation and strain path on the forming limits of steel copper and brass, Sheet Met. Ind. 63 (2) (1997) 591–599.
- [2] R. Arrieux, C. Bedrin, M. Boivin, Determination of an intrinsic forming limit stress diagram for isotropic metal sheets, in: Proceedings of the 12th Biennial Congress IDDRG, 1982.
- [3] A.K. Ghosh, J.V. Laukonis, The influence of strain-path changes on the formability of sheet steel, in: Proceedings of the Ninth Biennial Congress of the International Deep Drawing Research Group, Sheet Metal Forming and Energy Conservation, ASM Publication, New York, 1976.
- [4] T.B. Stoughton, A general forming limit criterion for sheet metal forming, Int. J. Mech. Sci. 42 (1) (2000) 1–27.
- [5] A.F. Graf, W.F. Hosford, Calculations of forming limit diagram for changing strain paths, Metall. Trans. A 24 (3) (1993) 2497–2501.
- [6] A. Graf, W.F. Hosford, Effects of changing strain paths on forming limit diagrams of Al 2008–T4, Metall. Trans. A 24 (3) (1993) 2503–2512.
- [7] R. Arrieux, Determination and use of the forming limit stress diagrams, J. Mater. Process. Technol. 53 (3) (1995) 47–56.
- [8] R. Hill, Math. Proc. Camb. Philos. Soc. 85 (4) (1979) 179–185.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Maciej Zwierzchowski tel.: 21-74 email: [maciej.zwierzchowski@pwr.edu.pl](mailto:maciej.zwierzchowski@pwr.edu.pl)



## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Narzędzia do przeróbki plastycznej**

Name in English: **Tools for metal forming**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042241**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10				
Number of hours of total student workload (CNPS)	30				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	1				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	0.6				

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic concepts to metal and plastic processing.
2. Fundamentals of materials science. Materials used in the construction of machinery and equipment in plastic forming.
3. Basis of design processes in the processing of plastic.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To acquaint the participants with the basic construction of the equipment used in the processing of plastic.
- C2. Gaining knowledge of the materials used in the construction of tools for cold and hot forming.
- C3. To acquaint the participants with the typical design solutions used in the construction of working tools.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - He has knowledge of the foundations of the theory of plasticity, analytical methods development processes, application of mathematical modeling methods for the analysis of metal forming processes

PEK\_W02 - He has ordered knowledge of methods and techniques of organization of installation of equipment and machines

### II. Relating to skills:

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Acquires the ability to take responsibility for the work

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Classification of basic technologies shaping by plastic forming. Development of cold and hot. Construction equipment for plastic processing.	2
Lec2	Cold forming. The types of treatment used tool. Classification of materials used in cold forming.	2
Lec3	Forged in the heat. The types of treatment used tool. Classification of materials used in the treatment of hot forming.	2
Lec4	Design solutions for the construction working tools. Heat treatment of materials used in construction working tools.	2
Lec5	Analysis of the sample preparation process in the forming of the workpiece. Solutions will design, material and technology for tools.	2
		Total hours: 10

## TEACHING TOOLS USED

N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides

N2. tutorials

N3. 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_W02, PEK_K01,	test
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

1. BOLJANOVIC V.: Sheet metal forming processes and die design, Industrial Press, New York 2004.
2. MARCINIAK Z.: Konstrukcja tłoczników, WNT, Warszawa 2002.
3. ZIMNIAK Z.: System wspomagania projektowania, zapewnienia jakości i diagnozowania tłoczenia blach, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005
4. Ćwiczenia laboratoryjne z budowy maszyn część II Obróbka Plastyczna pod redakcją Henryka Ziemby, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1981.
5. MAZURKIEWICZ A., KOCUR L.: Obróbka plastyczna laboratorium , Politechnika Radomska, Radom 1997.

### SECONDARY LITERATURE

- [1] H.J. Kleemola, M.T. Pelkkikangas, Effect of predeformation and strain path on the forming limits of steel copper and brass, Sheet Met. Ind. 63 (2) (1997) 591–599.
- [2] R. Arrieux, C. Bedrin, M. Boivin, Determination of an intrinsic forming limit stress diagram for isotropic metal sheets, in: Proceedings of the 12th Biennial Congress IDDRG, 1982.
- [3] A.K. Ghosh, J.V. Laukonis, The influence of strain-path changes on the formability of sheet steel, in: Proceedings of the Ninth Biennial Congress of the International Deep Drawing Research Group, Sheet Metal Forming and Energy Conservation, ASM Publication, New York, 1976.
- [4] T.B. Stoughton, A general forming limit criterion for sheet metal forming, Int. J. Mech. Sci. 42 (1) (2000) 1–27.
- [5] A.F. Graf, W.F. Hosford, Calculations of forming limit diagram for changing strain paths, Metall. Trans. A 24 (3) (1993) 2497–2501.
- [6] A. Graf, W.F. Horsford, Effects of changing strain paths on forming limit diagrams of Al 2008–T4, Metall. Trans. A 24 (3) (1993) 2503–2512.
- [7] R. Arrieux, Determination and use of the forming limit stress diagrams, J. Mater. Process. Technol. 53 (3) (1995) 47–56.
- [8] R. Hill, Math. Proc. Camb. Philos. Soc. 85 (4) (1979) 179–185.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Maciej Zwierzchowski tel.: 21-74 email: maciej.zwierzchowski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **PRACA DYPLOMOWA I, II**

Nazwa w języku angielskim: **MASTER THESIS**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Procesy, Maszyny i Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042251, MMM042252**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				20	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				600	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS				20	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				20	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				20.0	

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

1. Posiada wiedzę w zakresie technik wytwarzania i systemów produkcyjnych udokumentowaną pozytywnymi zaliczeniami wszystkich przedmiotów z semestrów pierwszego i drugiego w ramach specjalności Procesy Maszyny i Systemy Produkcyjne.
2. Potrafi zastosować posiadaną wiedzę. Przeprowadzać badania doświadczalne, pozyskiwać informacje z literatury. Posługuje się językiem obcym w stopniu zapewniającym samodzielne wyrażanie opinii i napisanie pracy dyplomowej z zakresu technik wytwarzania i systemów produkcyjnych. Potrafi analizować wyniki przeprowadzonych badań i precyzować wnioski końcowe.
3. Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera, przestrzegania zasad etyki i roli społecznej absolwenta uczelni technicznej.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Wykonanie pracy dyplomowej magisterskiej przez rozwiązanie, na podstawie zdobytej w czasie studiów wiedzy, postawionego problemu badawczego z zakresu specjalności Procesy Maszyny i Systemy Produkcyjne.
- C2. Napisanie pracy dyplomowej magisterskiej i przedstawienie jej osiągnięć w odniesieniu do aktualnych informacji literaturowych.
- C3. Nabycie i utrwalenie umiejętności samodzielnej pracy, określania priorytetów służących rozwiązywaniu postawionego zadania oraz świadomości odpowiedzialności za własną pracę.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### **I. Z zakresu wiedzy:**

### **II. Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 - Potrafi krytycznie analizować i oceniać istniejące procesy wytwarzania, systemy produkcyjne i maszyny technologiczne. Potrafi samodzielnie zrealizować pracę dyplomową stopnia magisterskiego, wykorzystując poznane w trakcie studiów techniki i metody projektowe i badawcze

PEK\_U02 - Potrafi pozyskiwać z literatury konkretne informacje również w obcych językach. Potrafi samodzielnie interpretować i oceniać krytycznie uzyskane wyniki.

PEK\_U03 - Umie samodzielnie redagować pracę dyplomową z zachowaniem obowiązujących wymogów dotyczących sposobu i stylu pisania oraz potrafi zaprezentować ją ustnie z wykorzystaniem możliwości multimedialnych wyniki pracy na szerszym forum, w tym przed komisją dyplomową.

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 - Ma świadomość absolwenta jako przyszłego lidera, potrafiącego zorganizować pracę i określić służące jej realizacji priorytety sobie i innym oraz zarządzać zespołem ludzi jak również współdziałać w grupie przyjmując w niej różne role.

PEK\_K02 - Zyskuje cechy osoby pracującej samodzielnie, zgodnie z zasadami etyki oraz ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną.

PEK\_K03 - Nabywa dbałości o styl i formę wyrażania własnych poglądów w języku ojczystym i obcym, a zwłaszcza w języku angielskim, rozumie potrzebę dokształcania się przez całe życie i podnoszenia kompetencji zawodowych.

## TREŚCI PROGRAMOWE

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. case study
- N2. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu
- N3. prezentacja multimedialna
- N4. konsultacje

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_U03 PEK_K01 - PEK_K03	Praca w semestrze, przygotowanie pracy dyplomowej jako dzieła
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u> Literatura z tematyki pracy dyplomowej uzgodniona z promotorem.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u> 1. Kozłowski R.: Praktyczny sposób pisania prac dyplomowych; Wolters Kluwer Polska sp. z o.o. 2009; 2. Kalita C.: Zasady pisania licencjackich i magisterskich prac badawczych; Poradnik dla studentów; Wyd. ARTE 2011 3. Kevine J. S.; Writing and presenting your thesis or dissertation; Michigan 2005</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr inż. Mateusz Stachowicz tel.: 713204235 email: mateusz.stachowicz@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **PRACA DYPLOMOWA I, II**

Name in English: **MASTER THESIS**

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

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042251, MMM042252**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)				20	
Number of hours of total student workload (CNPS)				600	
Form of crediting				Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points				20	
including number of ECTS points for practical (P) classes				20	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes				20.0	

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

1. Has knowledge of manufacturing techniques and production systems documented by positive marks in all subjects of the first and second semesters in within the specialty Processes Machines and Manufacturing Systems
2. Can apply their knowledge. Carry out experimental research, seek an information from the literature. Speak a foreign language at the level which let to express self-opinions and write master's thesis in the field of production techniques and production systems. Can analyze the results of the research and specify the conclusions.
3. Is aware of the importance of non-technical aspects and impacts of engineering, to respect the principles of ethics and social role of technical college graduate.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Based on the acquired knowledge while studying, preparation of master thesis by the solution of research problem in the field of the specialty Processes Machines and Manufacturing Systems.
- C2. Writing a master thesis and presentation of its achievements in relation to current information in literature.
- C3. Acquisition and consolidation of independent work skills, determination of the priorities to tackle the task and awareness of responsibility for own work.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

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

PEK\_U01 - Can critically analyze and evaluate existing manufacturing processes, production systems and technological machines. Can work independently to realize the degree of master's thesis, using research techniques and methods known during studies.

PEK\_U02 - Can acquire concrete information from the literature also in foreign languages. Can to interpret and critically evaluate the research results.

PEK\_U03 - Knows how to edit a master's thesis complying with prevailing requirements of method and style of writing. Can present it orally to a wider audience using multimedia capabilities, including the occurrence to the diploma committee.

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

PEK\_K01 - As a graduate student is aware of being the next leader, who knows how to organize the work and determine the self-priorities for the others, can manage a team of people as well as work together in the group taking the different roles.

PEK\_K02 - Is gaining characteristics of a person working alone, according to the principles of ethics with an awareness of the responsibility for their own work.

PEK\_K03 - Acquires attention to style and form of expression of own views in native and a foreign languages, especially in English, understands the need of continuing education and developing professional skills throughout their live.

## PROGRAM CONTENT

## TEACHING TOOLS USED

- N1. case study
- N2. self study - self studies and preparation for examination
- N3. multimedia presentation
- N4. tutorials



## 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_U03 PEK_K01 - PEK_K03	Working in the semester, preparing master's thesis as a work.
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

Literature of the master's thesis topic agreed with the promoter.

### SECONDARY LITERATURE

1. Kozłowski R.: Praktyczny sposób pisania prac dyplomowych; Wolters Kluwer Polska sp. z o.o. 2009;
2. Kalita C.: Zasady pisania licencjackich i magisterskich prac badawczych; Poradnik dla studentów; Wyd. ARTE 2011
3. Kevine J. S.; Writing and presenting your thesis or dissertation; Michigan 2005

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Mateusz Stachowicz tel.: 713204235 email: [mateusz.stachowicz@pwr.edu.pl](mailto:mateusz.stachowicz@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Inżynieria materiałowa**

Nazwa w języku angielskim: **Materials Science**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042302**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.8				

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

1. Znajomość podstaw fizyki i chemii ciała stałego
2. Wiedza z zakresu materiałoznawstwa dotycząca kryteriów podziału, grup materiałów inżynierskich i ich ogólnych charakterystyk

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z istotą i metodami inżynierii materiałowej
- C2. Przedstawienie problemów i metod doboru i projektowania materiałów
- C3. Na tle nabytej już wiedzy (materiałoznawstwo) przedstawienie nowoczesnych i perspektywicznych grup materiałowych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Posiada wiedzę na temat zasad klasyfikacji materiałów inżynierskich, zna ich ogólne charakterystyki i obszary zastosowań

PEK\_W02 - Zna istotę, złożoność i wzajemne powiązania elementów wiedzy składających się na pojęcie inżynierii materiałowej

PEK\_W03 - Posiada wiedzę na temat współczesnych i przyszłościowych materiałów

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Rozszerza wiedzę o roli materiałów w rozwoju cywilizacji

PEK\_K02 - Pozna metodologię analizy systemowej użyteczną nie tylko w rozwiązywaniu problemów materiałowych

PEK\_K03 - Będzie propagatorem wprowadzania do powszechnego użytku zastosowania nowych materiałów

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Istota i metody inżynierii materiałowej	2
Wy2	Rola i znaczenie materiałów w rozwoju cywilizacji	2
Wy3	Przegląd grup materiałów inżynierskich (stopy metali, tworzywa sztuczne, ceramika, kompozyty)	2
Wy4	Podstawy analizy systemowej z rozbudowanym przykładem jej zastosowania w doborze materiałów	4
Wy5	Strukturalne, wytrzymałościowe i korozyjne aspekty degradacji materiałów	2
Wy6	Materiały bioniczne, biomimetyczne i "smart" materiały	2
Wy7	Współczesne stale niskostopowe martenzytyczne	2
Wy8	Współczesne materiały do pracy w podwyższonych i obniżonych temperaturach	2
Wy9	Kolokwium zaliczeniowe	2
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład problemowy

N2. dyskusja problemowa

N3. 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	kolokwium
P = f1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>[1] Grabski.M.W, Kozubowski.J.A, Inżynieria materiałowa - geneza, istota, perspektywy,Wyd.PW,2002</p> <p>[2]Ashby.M.F, Jones.D.R, Materiały inżynierskie, WNT,1995</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <p>[3] Pękalski.G, Materiały dydaktyczne dla IPS, praca niepublikowana, 2012</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr inż. Łukasz Konat email: lukasz.konat@pwr.edu.pl

Faculty of Mechanical Engineering

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Inżynieria materiałowa**

Name in English: **Materials Science**

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

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042302**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20				
Number of hours of total student workload (CNPS)	90				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.8				

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The knowledge of basics of physics and chemistry of solids.
2. The knowledge in the field of materials science in the reference engineering materials groups and their overall characteristics.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Students acknowledgements with the basic and methods of material engineering.
- C2. The familiarization with problems and methods of choosing and design of engineering materials.
- C3. Basing on already gained knowledge (materials science), presentation of new and perspective material groups.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - Knows the classification of engineering materials, knows their overall characteristics and fields of applications.

PEK\_W02 - Knows the issue and complexity of knowledge elements which are part of material science.

PEK\_W03 - Has the knowledge about modern and future materials.

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

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

PEK\_K01 - Broadens the knowledge about the role of materials in the civilization development

PEK\_K02 - Knows the methodology of system analysis, useful not only for the materials problems resolving.

PEK\_K03 - Will be the propagator of new materials introduction to the common usage.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	The base and methods of materials science.	2
Lec2	The role and meaning of materials in the civilization development.	2
Lec3	The overview of engineering materials (metals alloys, polymers, ceramics, composites).	2
Lec4	The basics of system analysis with the example of its usage in the materials choosing.	4
Lec5	Structural, strength and corrosive aspects of materials degradation.	2
Lec6	Bionic, biomimetic and 'smart' materials.	2
Lec7	Modern low-alloyed martensitic steels.	2
Lec8	Modern materials, used in higher and lowered temperatures.	2
Lec9	Test.	2
		Total hours: 20

## TEACHING TOOLS USED

N1. problem lecture

N2. problem discussion

N3. 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	Test
P = f1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <p>[1] Grabski.M.W, Kozubowski.J.A, Inżynieria materiałowa - geneza, istota, perspektywy,Wyd.PW,2002</p> <p>[2]Ashby.M.F, Jones.D.R, Materiały inżynierskie, WNT,1995</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <p>[3] Pękalski.G, Materiały dydaktyczne dla IPS, praca niepublikowana, 2012</p>

SUBJECT SUPERVISOR
dr inż. Łukasz Konat email: lukasz.konat@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Analiza wymiarowa w projektowaniu eksperymentu**

Nazwa w języku angielskim: **Dimensional Analysis in Experiment Design**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042311**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2				

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

1. Analiza matematyczna, algebra liniowa.

### CELE PRZEDMIOTU

C1. Poznanie Analizy Wymiarowej w zastosowaniu do teorii identyfikacji i planowania eksperymentu.

C2. Umiejętność budowy empirycznych modeli matematycznych.

C3. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów.



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Poznanie Analizy Wymiarowej w ujęciu Drobota.

PEK\_W02 - Poznanie podstaw identyfikacji parametrycznej.

PEK\_W03 - Poznanie zasad podobieństwa modelowego.

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Pojęcie przestrzeni wymiarowej według Drobota.	1
Wy2	Związki między elementami przestrzeni wymiarowej a odwzorowaniami omawianymi w klasycznej teorii pomiaru.	1
Wy3	Postulaty obiektywizmu i jednoznaczności.	1
Wy4	Elementy teorii pomiaru.	1
Wy5	Wymiarowa jednorodność i niezmienniczość.	1
Wy6	Budowa empirycznych modeli matematycznych.	1
Wy7	Przekształcenie wymiarowe- tzw. twierdzenie $\Pi$ .	2
Wy8	Analiza wymiarowa a teoria identyfikacji i planowania eksperymentu.	2
Wy9	Wymiarowa funkcja złożona.	1
Wy10	Identyfikacja wielostopniowa.	1
Wy11	Reguła korespondencji.	1
Wy12	Teoria podobieństwa modelowego.	2
Wy13	Zmiana bazy wymiarowej. Planowanie eksperymentu.	2
Wy14	Sprawdzanie kompletności zbioru niezmienników podobieństwa.	1
Wy15	Prezentacja i dyskusja prac kontrolnych. Wystawienie ocen.	2
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów.

N2. przygotowanie sprawozdania.

N3. konsultacje.

## 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,	Ocena projektu domowego.
P = f1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

- 1.W. Kasprzak, B. Lysik, M. Rybaczuk, Measurements, Dimensions, Invariant Models and Fractals, Wrocław-Lwów 2004,
- 2.W. Kasprzak, B. Lysik, M. Rybaczuk, Dimensional Analysis in the Identification of Mathematical Models. World Scientific Singapore, 1990,
- 3.Pr. zb. pod red. W. Myszki, Komputerowy system obsługi eksperymentu, WNT Warszawa 1991,
- 4.M. Szata, Opis rozwoju zmęczeniowego pęknięcia w ujęciu energetycznym, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2002.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

W. Kasprzak, B. Lysik, Analiza wymiarowa. Algorytmiczne procedury obsługi eksperymentu, WNT Warszawa 1988.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Grzegorz Lesiuk tel.: 713203919 email: grzegorz.lesiuk@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Analiza wymiarowa w projektowaniu eksperymentu**

Name in English: **Dimensional Analysis in Experiment Design**

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

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042311**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2				

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Mathematical analysis, linear algebra.

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. Knowledge of dimensional analysis as a tool for theory of identification and experiment planning.

C2. Skill of construction of empirical mathematical models.

C3. Acquisition and consolidation of social competences containing emotional intelligence based on skills of co-operation in a student group in order to efficiently solve the problems.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Knowledge of dimensional analysis in Drobot's formulation.

PEK\_W02 - Knowledge of rudiments of parametrical identification.

PEK\_W03 - Knowledge of rules of model similarity.

### II. Relating to skills:

### III. Relating to social competences:

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Definition of dimensional space according to Drobot.	1
Lec2	Relations between elements of dimensional space & images described in classical theory of measurement.	1
Lec3	Postulates of objectivision & synonymy.	1
Lec4	Elements of measurement theory.	1
Lec5	Dimensional homogeneity & invariability.	1
Lec6	Construction of empirical mathematical models .	1
Lec7	Dimensional transformation - so called $\Pi$ -theorem.	2
Lec8	Dimensional analysis vs theory of identification and experiment planning.	2
Lec9	Dimensional complex function.	1
Lec10	Multistage identification.	1
Lec11	Rule of correspondence.	1
Lec12	Theory of model similarity.	2
Lec13	Change of dimensional basis. Experiment planning.	2
Lec14	Testing of completeness of similarity invariants set.	1
Lec15	Presentation & discussion of control works, Crediting.	2
		Total hours: 20

## TEACHING TOOLS USED

N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides.

N2. report preparation.

N3. tutorials.

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,	Homeworks evaluation.
P = f1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <p>1.W. Kasprzak, B. Lysik, M. Rybaczuk, Measurements, Dimensions, Invariant Models and Fractals, Wrocław-Lwów 2004,</p> <p>2.W. Kasprzak, B. Lysik, M. Rybaczuk, Dimensional Analysis in the Identification of Mathematical Models. World Scientific Singapore, 1990,</p> <p>3.Pr. zb. pod red. W. Myszki, Komputerowy system obsługi eksperymentu, WNT Warszawa 1991,</p> <p>4.M. Szata, Opis rozwoju zmęczeniowego pękania w ujęciu energetycznym, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2002.</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <p>W. Kasprzak, B. Lysik, Analiza wymiarowa. Algorytmiczne procedury obsługi eksperymentu, WNT Warszawa 1988.</p>

SUBJECT SUPERVISOR
dr hab. inż. Grzegorz Lesiuk tel.: 713203919 email: grzegorz.lesiuk@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Fizyka i chemia ciała stałego**

Nazwa w języku angielskim: **Solid State Chemistry and Physics**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042312**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.8				

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

1. Zakres chemii i fizyki z I stopnia

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z aspektami fizyki i chemii ciała stałego.  
C2. Zapoznanie studentów z nowoczesnymi technikami badań fizykochemicznych materiałów konstrukcyjnych.  
C3. Nabycie przez studentów umiejętności łączenia wiedzy z zakresu fizykochemii ciała stałego i takich przedmiotów jak na przykład chemia, fizyka, materiałoznawstwo, metaloznawstwo.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma podstawową wiedzę fizyczną i chemiczną z zakresu budowy i właściwości ciała stałego.

PEK\_W02 - Ma wiedzę o kwantowo mechanicznych aspektach oddziaływań międzyatomowych oraz kanałach dyssypacji zaabsorbowanej energii w ciele stałym

PEK\_W03 - Ma wiedzę o nowoczesnych technikach badań fizykochemicznych.

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Pojęcie ciała stałego, charakterystyka, podział, właściwości.	2
Wy2	Defekty struktury krystalicznej (rodzaje, przyczyny, skutki).	2
Wy3	Fizykochemiczne techniki badania ciał stałych.	2
Wy4	Wiązania chemiczne w kontekście kwantowo mechanicznym, oddziaływania fizyczne.	2
Wy5	Spektroskopia elektronowa ciała stałego, absorpcja, emisja, up-conwersja fali elektromagnetycznej	2
Wy6	Sposoby otrzymywania ciał stałych, efekt fotoniczny – przykładowy eksperyment.	2
Wy7	Właściwości magnetyczne ciał stałych.	2
Wy8	Elementy elektrochemii – elektroliza, ogniwa chemiczne, korozja.	2
Wy9	Elementy nanotechnologii – nanomateriały otrzymywanie, zastosowanie, właściwości	2
Wy10	Zajęcia zaliczeniowe – kolokwium	2
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów

N2. konsultacje

N3. 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	kolokwium zaliczeniowe
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>1) Dereń, J. Haber, R. Pampuch "Chemia ciała stałego", PWN, W-wa (1975)</p> <p>2) Charles Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN 1998 r.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <p>Wiarygodne strony internetowe, notatki z wykładu</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr hab. Marek Jasiorski tel.: 320-32-21 email: marek.jasiorski@pwr.edu.pl



## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Fizyka i chemia ciała stałego**

Name in English: **Solid State Chemistry and Physics**

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

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042312**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20				
Number of hours of total student workload (CNPS)	90				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.8				

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. first degree studies level of chemistry and physics

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. Acquainting students with aspects of the solid state chemistry and physics

C2. Acquainting students with modern physico-chemical techniques for investigations of constructional materials.

C3. Acquired skills of learning through bringing together knowledge from different fields of science, with particular reference to chemistry, physics, material science.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - The student should have basic chemical and physical knowledge associated with structure and properties of solid state of matter.

PEK\_W02 - The student should have basic knowledge associated with the quantum-mechanical interatomic interactions.

PEK\_W03 - The student should have basic knowledge associated with modern physicochemical measurements,

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

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

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction, Solid state of matter, properties.	2
Lec2	Defects in Crystals.	2
Lec3	Techniques for physicochemical characterization of solids.	2
Lec4	Quantum mechanical aspects of chemical bonds. Physical interactions.	2
Lec5	Electron spectroscopy of solids, absorption, emission, photon upconversion	2
Lec6	Syntheses of solids, photonic effect.	2
Lec7	Magnetic properties of solids.	2
Lec8	Basic electrochemistry - electrolysis, electrolytic cells, corrosion.	2
Lec9	Basic nanotechnology - nanomaterials, synthesis, application, properties.	2
Lec10	Qualifying class –test	2
		Total hours: 20

## TEACHING TOOLS USED

N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides

N2. tutorials

N3. 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	test
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u> Charles Kittel , Introduction to Solid State Physics, 8th Edition</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u> reliable websites, notes from the lectures</p>

SUBJECT SUPERVISOR
dr hab. Marek Jasierski tel.: 320-32-21 email: marek.jasierski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Praca przejściowa**

Nazwa w języku angielskim: **Pre-final project**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042313**

Grupa kursów: **nie**

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

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

1. Zaliczone pozytywnie kursy Materiałoznawstwo I i Materiałoznawstwo II
2. Ma podstawową wiedzę dotyczącą technik wytwarzania oraz zasad doboru materiałów na elementy konstrukcyjne maszyn i urządzeń

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie umiejętności samodzielnego prowadzenia podstawowych badań metalograficznych  
C2. Nabycie umiejętności samodzielnego doboru materiału na wybrane elementy konstrukcyjne  
C3. Nabycie umiejętności samodzielnej analizy wpływu struktury materiału na jego właściwości użytkowe

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi zaplanować program podstawowych badań metalograficznych

PEK\_U02 - Potrafi dokonać prawidłowego doboru materiału na wybrane elementy konstrukcyjne

PEK\_U03 - Potrafi ocenić prawidłowość zastosowanej technologii wytwarzania oraz obróbki cieplnej na podstawie uzyskanej struktury i własności materiału

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Nabywa umiejętność dbałości o estetykę wykonania pracy i ponoszenia odpowiedzialności za jej wykonanie

PEK\_K02 - Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

PEK\_K03 - Nabywa umiejętność pracy zespołowej

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Przedstawienie celu, zakresu i omówienie sposobu realizacji i warunków zaliczenia pracy przejściowej. Podanie propozycji i omówienie tematyki badań dotyczących pracy przejściowej. Podanie spisu literatury.	2
Proj2	Analiza możliwości i sposobu wykonania zadania pracy przejściowej. Przedstawienie i dyskusja ostatecznej koncepcji wykonania pracy.	3
Proj3	Opracowanie założeń procesu realizacji badań metalograficznych, dobór parametrów wykonania lub przygotowania niezbędnych badań dodatkowych /uzupełniających.	5
Proj4	Studia literaturowe, przygotowanie próbek do badań. Przygotowanie stanowiska badawczego.	4
Proj5	Przeprowadzenie podstawowych badań metalograficznych oraz niezbędnych badań dodatkowych	8
Proj6	Opracowanie dokumentacji pracy. Prezentacja i obrona pracy przejściowej.	8
		Suma: 30

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. praca własna - przygotowanie do projektu

N2. eksperyment laboratoryjny

N3. konsultacje

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_U03,PEK_K01-PEK_K03	Ocena przygotowania projektu
F2	PEK_U01-PEK_U03,PEK_K01-PEK_K03	Obrona projektu
$P = (F1 + F2)/2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA</u> Podaje prowadzący
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u> Podaje prowadzący

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr inż. Krzysztof Widanka tel.: 320-37-00 email: krzysztof.widanka@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Praca przejściowa**

Name in English: **Pre-final project**

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

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042313**

Group of courses: **no**

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

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

1. Positive credit of courses Materials Science I and II
2. Basic knowledge concerning manufacturing technics and selection rules of materials for construction elements of machines and devices

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Obtaining the skills in self conducting of basic metallographic examinations
- C2. Obtaining the skills in self selection of materials for chosen structural elements
- C3. Obtaining the skills in self analyse of influence of material structure on its performance properties

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Able to plan correctly the basic procedure of metallographic examinations

PEK\_U02 - Able to select correctly the material for chosen structural elements

PEK\_U03 - Able to assess the correctness of used processing and heat treatment on the basis of the structure and final properties of material

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Obtain the skills in care of aesthetic of project and bearing responsibility for its execution

PEK\_K02 - Able to think and work in creative way.

PEK\_K03 - Obtain the skill of team work

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Introduction the goal and scope of pre-final project, discussion about the procedure and credit conditions of project. Serving the proposals of subjects and discussion about them. Suggestions of literature resources.	2
Proj2	Analysis of opportunities and the methods of task execution. Introduction and discussion about the final project strategy	3
Proj3	Conceptual design of experiment, selection of experimental methods and process parameters	5
Proj4	Literature review. Preparation of samples and test stand for examinations	4
Proj5	Execution of basic metallographic examinations as well as additional necessary studies	8
Proj6	Formulation of project documentation. Presentation and defence of pre-final project	8
		Total hours: 30

## TEACHING TOOLS USED

N1. self study - preparation for project class

N2. laboratory experiment

N3. tutorials



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_U03,PEK_K01-PEK_K03	evaluation of project preparation
F2	PEK_U01-PEK_U03,PEK_K01-PEK_K03	defence of project
$P = (F1 + F2)/2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE</u> Leader suggestions
<u>SECONDARY LITERATURE</u> Leader suggestions

SUBJECT SUPERVISOR
dr inż. Krzysztof Widanka tel.: 320-37-00 email: <a href="mailto:krzysztof.widanka@pwr.edu.pl">krzysztof.widanka@pwr.edu.pl</a>

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Badania strukturalne materiałów**

Nazwa w języku angielskim: **Structural investigations of materials**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042314**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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. Podstawy fizyki i chemii na poziomie szkoły średniej
2. Pozytywne zaliczenie kursów Materiałoznawstwo I i II

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie metod badań strukturalnych wykorzystujących dyfrakcję rentgenowską i elektronową.  
C2. Poznanie mikroskopii elektronowej transmisyjnej i skaningowej - budowy mikroskopów, działania, zastosowań, metod przygotowania próbek.  
C3. Poznanie metod spektroskopowych wykorzystujących promieniowanie rentgenowskie i elektrony - mikroanalizy rentgenowskiej, spektroskopii strat energii elektronów, spektroskopii elektronów Augera, spektroskopii fotoelektronów.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 - Zna metody badań strukturalnych wykorzystujących dyfrakcję rentgenowską i elektronową.  
PEK\_W02 - Zna budowę, działanie i zastosowania mikroskopów elektronowych, transmisyjnego i skaningowego. Zna metody przygotowania próbek do badań elektronomikroskopowych.  
PEK\_W03 - Zna metody spektroskopowe wykorzystujące promieniowanie rentgenowskie i elektrony - mikroanalizę rentgenowską, spektroskopię strat energii elektronów, spektroskopię elektronów Augera, spektroskopię fotoelektronów.

### II. Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 - Potrafi określić cel i zakres badań strukturalnych materiałów.  
PEK\_U02 - Potrafi interpretować obrazy mikroskopowe uzyskane za pomocą elektronowego mikroskopu skaningowego oraz wyniki mikroanalizy rentgenowskiej.  
PEK\_U03 - Potrafi interpretować dyfraktogramy rentgenowskie i elektronowe oraz wskaźnikować dyfraktogramy elektronowe wybranych metali.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 - Wyszukiwanie informacji oraz ich krytyczna analiza  
PEK\_K02 - Przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzanie do badań strukturalnych. Sieć odwrotna. Dyfrakcja fal na sieci krystalicznej.	2
Wy2	Dyfraktometr rentgenowski. Budowa, zasada działania, zastosowania.	2
Wy3	Podstawy optyki elektronowej. Wyrzutnie elektronowe, soczewki elektronowe. Pompy próżniowe i próżniomierze.	2
Wy4	Elektronowy mikroskop skaningowy - budowa, zasada działania, zastosowania.	2
Wy5	Mikroanaliza rentgenowska. Spektrometry promieniowania rentgenowskiego, metody analizy, zastosowania.	2
Wy6	Elektronowy mikroskop transmisyjny - budowa, zasada działania. Metody przygotowania próbek dla elektronowej mikroskopii transmisyjnej.	2

Wy7	Kontrast rozproszeniowy i fazowy w elektronowym mikroskopie transmisyjnym oraz ich zastosowania.	2
Wy8	Dyfrakcja elektronowa w elektronowym mikroskopie transmisyjnym. Geometria dyfrakcji, interpretacja dyfraktogramów elektronowych.	2
Wy9	Dynamiczna teoria dyfrakcji elektronowej. Kontrast dyfrakcyjny i jego zastosowanie. Elektronowa mikroskopia transmisyjna wysokorozdzielcza. Spektroskopia strat energii elektronów. Mikroskopia Lorentza.	2
Wy10	Metody badań powierzchni (spektroskopia elektronów Augera, spektroskopia masowa jonów wtórnych, spektroskopia fotoelektronów)	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie do badań strukturalnych. Omówienie programu ćwiczeń.	2
Lab2	Interpretacja dyfraktogramów rentgenowskich.	2
Lab3	Elektronowy mikroskop skaningowy i mikroanaliza rentgenowska - pokaz + interpretacja obrazów mikroskopowych i wyników analiz.	2
Lab4	Interpretacja i wskaźnikowanie dyfraktogramów elektronowych.	2
Lab5	Elektronowy mikroskop transmisyjny - pokaz + interpretacja obrazów mikroskopowych.	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N4. przygotowanie sprawozdania

#### 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	kolokwium
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_U03	Kartkówka, sprawozdanie
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. J. Kozubowski. Metody transmisyjnej mikroskopii elektronowej. Wyd. Śląsk, Katowice 1975.
2. A. Szummer i inni. Podstawy ilościowej mikroanalizy rentgenowskiej. WNT, Warszawa 1994.
3. Z. Bojarski. Mikroanalizator rentgenowski. Wyd. Śląsk, Katowice 1971.
4. Z. Bojarski, E. Łagiewska. Rentgenowska analiza strukturalna. PWN, Warszawa 1988.
5. Praca zbiorowa pod red. W. Dudzińskiego, Materiały konstrukcyjne w budowie maszyn, skrypt PWr do ćwiczeń laboratoryjnych, Wrocław 1994

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- 1.J.P. Glusker, K.N. Trueblood. Zarys rentgenografii kryształów. PWN, Warszawa 1977.
- 2.H. Szymański, A. Mulak, A. Duda, A. Romanowski. Optyka elektronowa. WNT, Warszawa 1988

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Jan Hejna tel.: 320-26-91 email: jan.hejna@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Badania strukturalne materiałów**

Name in English: **Structural investigations of materials**

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

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042314**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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. Basics of physics and chemistry at the high school level
2. Positive credits of Materials Science I and II courses

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Knowledge of methods of structural investigations using X-ray and electron diffraction.
- C2. Knowledge of transmission and scanning electron microscopy - microscope construction, operation, applications, methods of specimen preparation.
- C3. Knowledge of spectroscopic methods using X-rays and electrons - X-ray microanalysis, electron energy loss spectroscopy, Auger electron spectroscopy, photoelectron spectroscopy.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Knows methods of structural investigations using X-ray and electron diffraction.

PEK\_W02 - Knows construction, operation and applications of transmission and scanning electron microscopes. Knows methods of specimen preparation for electron microscopy investigations.

PEK\_W03 - Knows spectroscopic methods using X-rays and electrons - X-ray microanalysis, electron energy loss spectroscopy, Auger electron spectroscopy, photoelectron spectroscopy.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Is able to identify an aim and a scope of structural investigations of materials.

PEK\_U02 - Is able to interpret micrographs obtained with the use of scanning and transmission electron microscopes and results of X-ray microanalysis.

PEK\_U03 - Is able to interpret X-ray and electron diffractograms and to index electron diffractograms of selected metals.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Search of information and their critical analysis.

PEK\_K02 - To follow customs and rules compulsory in an academic society.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to structure investigations. Reciprocal lattice. Diffraction of waves on a crystal lattice.	2
Lec2	X-ray diffractometer. Construction, working principle, applications.	2
Lec3	Electron optics basics. Electron guns, electron lenses. Vacuum pumps and gauges.	2
Lec4	Scanning electron microscope - construction, working principle, applications.	2
Lec5	X-ray microanalysis. X-ray spectrometers, methods of analysis, applications.	2
Lec6	Transmission electron microscope - construction, working principle. Methods of specimen preparation for transmission electron microscopy.	2
Lec7	Scattering and phase contrasts in a transmission electron microscope and their applications.	2
Lec8	Electron diffraction in a transmission electron microscope. Geometry of diffraction, interpretation of electron diffractograms.	2
Lec9	Dynamical theory of electron diffraction. Diffraction contrast and its applications. High resolution transmission electron microscopy. Electron energy loss spectroscopy. Lorentz microscopy.	2
Lec10	Methods of surface analysis (Auger electron spectroscopy, secondary ion mass spectroscopy, photoelectron spectroscopy).	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours

Lab1	Introduction to structure investigations. Explanation of exercises schedule.	2
Lab2	Interpretation of X-ray diffractograms.	2
Lab3	Scanning electron microscope and X-ray microanalysis - demonstration + interpretation of micrographs and results of analysis..	2
Lab4	Interpretation and indexing of electron diffractograms.	2
Lab5	Transmission electron microscope - demonstration + interpretation of micrographs.	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - self studies and preparation for examination N3. self study - preparation for laboratory class N4. report preparation		

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	final test
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_U03	Short test, report
P = F1		



## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

- 1.V.K. Pecharsky, P.Y. Zavalij. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials. Springer 2009
- 2.D.B. Williams, C.B. Carter. Transmission electron microscopy. Vol. 1-4. Plenum Press, New York 1996
- 3.L. Reimer. Scanning electron microscopy. Springer, 1998
- 4.L. Reimer, H. Kohl. Transmission electron microscopy. Springer 2008
- 5.J.I. Goldstein, D.E. Newbury, P. Echlin, D.C. Joy, C. Fiori, E. Lifshin. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. Plenum Press, New York 1981

### SECONDARY LITERATURE

- 1.R.F. Egerton. Physical principles of electron microscopy. Springer 2005
- 2.D.J. O'Connor, B.A. Sexton, R.St.C. Smart (Eds.). Surface analysis methods in material science. Springer 2003
- 3.N. Yao, Z.L. Wang. (Eds.) Handbook of microscopy for nanotechnology. Kluwer Academic Publishers 2005

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Jan Hejna tel.: 320-26-91 email: jan.hejna@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Inżynieria niezawodności**

Nazwa w języku angielskim: **Reliability Engineering**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042315**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					

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

1. Znajomość podstaw eksploatacji technicznej, statystyki matematycznej i podstaw konstrukcji maszyn

### CELE PRZEDMIOTU

C1. Zaznajomienie z problemami związanymi z analizą i oceną niezawodności obiektów technicznych.

C2. Zdolność racjonalnego zraządzania eksploatacją urządzeń.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student rozumie związki i zależności pomiędzy procesami zachodzącymi w eksploatacji i uszkodzalnością obiektów.

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Źródła informacji o niezawodności i bezpieczeństwie maszyn.	2
Wy2	Metodyka badań statystycznych. Wytyczne opracowania programu badań niezawodności	2
Wy3	Systemy informacyjne badań niezawodności. Schemat analizy i interpretacji wyników badań.	2
Wy4	Wykorzystanie wyników badań niezawodności w zarządzaniu eksploatacją.	2
Wy5	Niezawodność strukturalna. Obliczenia konstrukcyjne z probabilistycznymi charakterystykami.	2
Wy6	Elementy modelowania symulacyjnego w niezawodności.	2
Wy7	Metody analityczne w niezawodności: RBD. Obiekty złożone.	2
Wy8	Metody analityczne w niezawodności: RBD: FTA, ETA	2
Wy9	Metody analityczne w niezawodności cd.: FMEA	2
Wy10	Metody analityczne w niezawodności cd.: FMECA	2
Wy11	Analiza systemów wielostanowych, proces Markowa	2
Wy12	Podstawy symulacji cyfrowej w ocenie niezawodności. Generowanie zmiennych o zadanych rozkładach prawdopodobieństwa	2
Wy13	Podstawy symulacji cyfrowej w ocenie niezawodności. Algorytmizacja obliczeń. Programowanie.	2
Wy14	Podstawy symulacji cyfrowej w ocenie niezawodności. Analiza wyników i wnioskowanie	2
Wy15	Sprawdzenie wiedzy i zaliczenie kursu.	2
		Suma: 30

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. 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	egzamin
P = p		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Poradnik niezawodności. Podstawy matematyczne. Red. Migdalski J. Wydawnictwo WEMA, Warszawa 1982.

Inżynieria niezawodności. Poradnik. Red. Migdalski J. Akademia Techniczno- Rolnicza, Ośrodek Badania Jakości Wyrobów „ZETOM”. Bydgoszcz, Warszawa 1992.

The Reliability of Mechanical Systems. Red. Davidson J. Mechanical Engineering Publications Limited for The Institution of Mechanical Engineers. London 1994.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Polska Norma PN-93/N-050191. Słownik terminologiczny elektryki. Niezawodność, jakość usługi.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Marek Młyńczak tel.: 71 320 38 17 email: marek.mlynczak@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Inżynieria niezawodności**

Name in English: **Reliability Engineering**

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

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042315**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes					

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge in operation, statistics, engineering design

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquaint students with problems dealing with analysis and assessment of mechanical object reliability.
- C2. Ability of rational management in machine operation

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - Student knows relations and dependencies among processes observed in operation as well as failing process

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

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

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Data sources about reliability and safety of machines	2
Lec2	Methodology of data statistical processing. Instructions to reliability testing program.	2
Lec3	Informatic systems aided reliability testing. Analysis and interpretation of test results.	2
Lec4	Application of test results in operation management.	2
Lec5	Structure reliability. Design with probabilistic characteristics.	2
Lec6	Basics in structural reliability modelling using simulation	2
Lec7	Analitical methods in reliability: block diagrams (complex systems)	2
Lec8	Analitical methods in reliability: FTA	2
Lec9	Analitical methods in reliability: FMEA	2
Lec10	Analitical methods in reliability: FMEA	2
Lec11	Multistate systems: Markov processes	2
Lec12	Basics in simulation of reliability assessment. Variable generating of given probability dsitribution.	2
Lec13	Basics in simulation of reliability assessment. Algorithms of simple programs. Programming (Basics),	2
Lec14	Basics in simulation of reliability assessment. Results analysis and conclusions.	2
Lec15	Testing of simulation applications	2
		Total hours: 30

## TEACHING TOOLS USED

N1. 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	exam
P = p		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u>  Poradnik niezawodności. Podstawy matematyczne. Red. Migdalski J. Wydawnictwo WEMA, Warszawa 1982.  Inżynieria niezawodności. Poradnik. Red. Migdalski J. Akademia Techniczno- Rolnicza, Ośrodek Badania Jakości Wyrobów „ZETOM”. Bydgoszcz, Warszawa 1992.  The Reliability of Mechanical Systems. Red. Davidson J. Mechanical Engineering Publications Limited for The Institution of Mechanical Engineers. London 1994.</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u>  Polska Norma PN-93/N-050191. Słownik terminologiczny elektryki. Niezawodność, jakość usługi.</p>

SUBJECT SUPERVISOR
dr hab. inż. Marek Młyńczak tel.: 71 320 38 17 email: marek.mlynczak@pwr.edu.pl

Wydział Mechaniczny PWR

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Seminarium dyplomowe**

Nazwa w języku angielskim: **Diploma Seminar**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042316**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					20
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					30
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS					1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					0.7

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

1. Przekrojowa znajomość zagadnień z przebiegu studiów I i II stopnia.

### CELE PRZEDMIOTU

C1. Uzyskanie umiejętności prezentowania pracy dyplomowej.

C2. Uzyskanie umiejętności prowadzenia dyskusji na temat węzłowych zagadnień z zakresu studiów I i II stopnia.



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Student powinien umieć prowadzić merytoryczną dyskusję na temat pracy dyplomowej oraz węzłowych zagadnień z zakresu studiów I i II stopnia.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Student rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Seminarium		Liczba godzin
Sem1	Wprowadzenie, omówienie struktury i sposobu redagowania pracy dyplomowej.	1
Sem2	Dyskusja wstępna na temat prac dyplomowych.	19
Sem3	Powtórka materiału, analiza podstawowych pytań egzaminacyjnych i sposób prowadzenia dyskusji w trakcie egzaminu dyplomowego - pytania z dziedzin podstawowych.	2
Sem4	Powtórka materiału, analiza podstawowych pytań egzaminacyjnych i sposób prowadzenia dyskusji w trakcie egzaminu dyplomowego - pytania z zakresu konstrukcji.	2
Sem5	Powtórka materiału, analiza podstawowych pytań egzaminacyjnych i sposób prowadzenia dyskusji w trakcie egzaminu dyplomowego - pytania z zakresu technologii.	2
Sem6	Prezentacja stopnia zaawansowania prac dyplomowych.	2
Sem7	Podsumowanie seminarium.	2
		Suma: 30

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. dyskusja problemowa  
 N2. prezentacja multimedialna  
 N3. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Seminarium)

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, K01	udział w dyskusjach problemowych
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Mirosław Bocian tel.: 320-27-54 email: miroslaw.bocian@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Seminarium dyplomowe**

Name in English: **Diploma Seminar**

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

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042316**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					20
Number of hours of total student workload (CNPS)					30
Form of crediting					Crediting with grade
Group of courses					
Number of ECTS points					1
including number of ECTS points for practical (P) classes					1
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes					0.7

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

1. Cross-sectional knowledge on the problems taught in the I and II degree of the studies.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To acquire the skill of presenting the diploma work.
- C2. To acquire the skill of discussing the fundamental problems learnt in the I and II degree of the studies.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

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

PEK\_U01 - The student is supposed to have the skill of discussing the problems presented in their diploma work as well as the fundamental problems learnt in the I and II degree of the studies.

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

PEK\_K01 - The student understands the need for continuing their education process and knows the educational possibilities

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Seminar		Number of hours
Sem1	Introduction, discussion of the structure and the way of editing the diploma work.	1
Sem2	Introductory discussion on the diploma works.	19
Sem3	Revision, analysis of the basic exam questions and the way of conducting the discussion during the diploma examination – questions from the fundamental areas.	2
Sem4	Revision, analysis of the basic exam questions and the way of conducting the discussion during the diploma examination – questions from the design area.	2
Sem5	Revision, analysis of the basic exam questions and the way of conducting the discussion during the diploma examination – questions from the technology area.	2
Sem6	Presentation of the students' work effects.	2
Sem7	Summary.	2
		Total hours: 30

## TEACHING TOOLS USED

N1. problem discussion  
 N2. multimedia presentation  
 N3. self study - self studies and preparation for examination

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Seminar)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01, PEK, K01	Problem discussion
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE</u>  <u>SECONDARY LITERATURE</u>

SUBJECT SUPERVISOR
dr hab. inż. Mirosław Bocian tel.: 320-27-54 email: miroslaw.bocian@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Korozja i ochrona przeciwkorozyjna**

Nazwa w języku angielskim: **Corrosion and anticorrosion protection**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042317**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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. Znajomość podstaw fizyki, chemii ciała stałego i elektrochemii
2. Wiedza z zakresu podziału, charakterystyk i zastosowań materiałów inżynierskich

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów ze skalą zjawiska korozji oraz jej ekonomicznymi skutkami
- C2. Przekazanie podstaw korozji elektrochemicznej i gazowej
- C3. Zapoznanie z metodami ochrony przeciwkorozyjnej (czynnej i biernej)
- C4. Przedstawienie problemów doboru materiałów o wysokiej odporności korozyjnej w określonych środowiskach

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Potrafi docenić skalę zjawiska korozji oraz jej techniczne i ekonomiczne skutki dla gospodarki

PEK\_W02 - Zna podział procesów korozyjnych, rodzaje korozji i charakterystyczne typy zmian korozyjnych

PEK\_W03 - Zna sposoby ochrony przeciwkorozyjnej w powiązaniu z rodzajem tworzywa i agresywnością środowiska

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi analizować i uwzględniać procesy korozyjne w kontekście złożonego zjawiska degradacji materiałów

PEK\_U02 - Potrafi uwzględniać procesy korozyjne i metody ochrony na etapie projektowania konstrukcji i remontów

PEK\_U03 - Potrafi określić adekwatne dla określonych wpływy składu chemicznego materiału, stanu obróbki cieplnej, metod ochrony na zachowania eksploatacyjne materiałów w środowiskach korozyjnych

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Doceni, jest w stanie propagować i uzasadniać konieczność uwzględniania korozji w projektowaniu konstrukcji

PEK\_K02 - Poprzez nabytą wiedzę ogranicza skutki korozji

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Rys historyczny, techniczne i ekonomiczne skutki korozji	2
Wy2	Podział procesów korozyjnych, klasyfikacja zniszczeń, charakterystyki środowisk korozyjnych	2
Wy3	Podstawy teoretyczne korozji elektrochemicznej	2
Wy4	Szereg napięciowy metali i stopów, szereg galwaniczny metali i stopów	2
Wy5	Procesy polaryzacji, pasywacji i depascwacji	2
Wy6	Mechanizm korozji wysokotemperaturowej	2
Wy7	Klasyfikacja i charakterystyka metod ochrony przeciwkorozyjnej	2
Wy8	Korozja tworzyw niemetalicznych	2
Wy9	Wpływ rozwiązań konstrukcyjnych, metod łączenia i mikrostruktury materiałów na przebieg korozji	2
Wy10	Kolokwium zaliczeniowe	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Przegląd metod badań korozyjnych	2
Lab2	Makroskopowe badania korozyjne	2
Lab3	Mikroskopowe badania korozyjne	2
Lab4	Badania korozyjne powłok ochronnych	2
Lab5	Analiza przykładów ekspertyz korozyjnych	2

	Suma: 10
--	----------

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
---------------------------------

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
 N2. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
 N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
 N4. konsultacje  
 N5. przygotowanie sprawozdania

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, PEK_K01, PEK_K02	kolokwium

P = F

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 - U03,	sprawozdanie z zajęć laboratoryjnych, wejściówka

P = F

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
---------------------------------------

#### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Pękalski. G, Materiały dydaktyczne z korozji i ochrony przeciwkorozyjnej, praca niepublikowana, 2012  
 [2] Praca zbiorowa, Ochrona przed korozją, Wyd. KOMunikacji i Łączności, 1986  
 [3] Aschby.M.F, Jones.D.R.H, Materiały inżynierskie, WNT, 1995

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [4] Dobrzański. I.A, Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, WNT, 2002



OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Marzena Lachowicz tel.: 42-71 email: marzena.lachowicz@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Korozja i ochrona przeciwkorozyjna**

Name in English: **Corrosion and anticorrosion protection**

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

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042317**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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. The knowledge of physics and chemistry of solids and electrochemistry.
2. The knowledge of kinds, characteristics and applications of engineering materials.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The acquaintance of students with corrosion and its economical results.
- C2. Familiarization with the basics of electrochemical and gas corrosion
- C3. Familiarization with the methods of anticorrosion protection (passive and active).
- C4. The presentation of problems of materials choosing due to their high corrosion resistance in the specified environment.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Can respect the range of corrosion and its technical and economical results for the industry

PEK\_W02 - Knows types of corrosive processes, types of corrosion and characteristic types of corrosive changes.

PEK\_W03 - Knows ways of anticorrosive protection in the reference to type of material and environment aggressivity.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Can analyse and take into account corrosive processes in the reference to complex issue of materials degradation.

PEK\_U02 - Can take into account corrosive processes and methods of protection during constructions design and their renovation.

PEK\_U03 - Can specify the influence of chemical content of material, state of heat treatments, methods of protection in the reference to behaviour of materials in corrosive environment

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Can respect, propagate and indicate need of taking into account corrosion, during construction design

PEK\_K02 - Through gained knowledge limit the economic results of corrosion

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Historical background, Technical and economical meaning of corrosion	2
Lec2	Types of corrosion processes, classification and characteristics of corrosive damages	2
Lec3	Theoretical background of electrochemical corrosion.	2
Lec4	Voltage series of metals and alloys, galvanic series of metals and alloys.	2
Lec5	Polarization processes, passivation and depassivation	2
Lec6	Mechanism of high-temperature corrosion	2
Lec7	Classification and characteristic of anti-corrosion protection methods	2
Lec8	Corrosion of non-metallic materials	2
Lec9	The influence of construction solution and materials microstructure on corrosion process	2
Lec10	Test	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	The overview of methods of corrosion investigations	2
Lab2	Macroscopic corrosion tests	2
Lab3	Microscopic corrosion tests	2
Lab4	Protective surfaces corrosion tests	2

Lab5	Analysis of examples of corrosion expertises	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - self studies and preparation for examination N3. self study - preparation for laboratory class N4. tutorials N5. report preparation		

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, PEK_K01, PEK_K02	Test
P = F		

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 - U03,	The report from laboratory courses, introduction test
P = F		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

- [1] Pękalski. G, Materiały dydaktyczne z korozji i ochrony przeciwkorozyjnej, praca niepublikowana, 2012
- [2] Praca zbiorowa, Ochrona przed korozją, Wyd. KOMunikacji i Łączności, 1986
- [3] Aschby.M.F, Jones.D.R.H, Materiały inżynierskie, WNT, 1995

### SECONDARY LITERATURE

- [4] Dobrzański. I.A, Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, WNT, 2002

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Marzena Lachowicz tel.: 42-71 email: marzena.lachowicz@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Materiały konstrukcyjne**

Nazwa w języku angielskim: **Metallic Construction Materials**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042318**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		20		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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. Zaliczenie kursu Materiałoznawstwo

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Rozumienie przemian fazowych i mechanizmów umocnienia metali w stopniu wystarczającym do doboru materiałów w budowie i opracowania technologii produktów.
- C2. Rozumienie zależności między strukturą, procesem wytwarzania i własnościami stali.
- C3. Zdobywanie wiedzy o charakterystyce podstawowych grup metalicznych materiałów konstrukcyjnych - stopów żelaza i stopów metali nieżelaznych.
- C4. Zdobywanie umiejętności w zakresie wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy.
- C5. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących umiejętności współpracy w grupie studenckiej celem efektywnego rozwiązywania problemów. Odpowiedzialność, uczciwość, rzetelność, przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 - zna mechanizmy krystalizacji i przemiany fazowe podczas nagrzewania i krzepnięcia metali i stopów oraz metody kształtowania ich podstawowych własności mechanicznych,
- PEK\_W02 - zna podstawowe rodzaje zabiegów obróbki cieplnej i ich wpływ na właściwości stali,
- PEK\_W03 - posiada wiedzę o klasyfikacji i zastosowaniu podstawowych gatunków stali,

### II. Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 - potrafi dobrać odpowiedni materiał konstrukcyjny oraz zaproponować metodę kształtowania jego własności w oparciu o adekwatny mechanizm umocnienia,
- PEK\_U02 - potrafi dobrać odpowiednią metodę ulepszania cieplnego oraz określić podstawowe parametry procesu,
- PEK\_U03 - potrafi zdiagnozować i interpretować podstawowe błędy (wady) powstałe w wyniku wytwarzania i kształtowania własności podstawowych materiałów konstrukcyjnych,

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 - wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,
- PEK\_K02 - zespołowej współpracy oraz obiektywnego doboru i oceny argumentów dotyczących strategii rozwiązywania powierzonych grupie problemów,
- PEK\_K03 - przestrzeganie obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim,

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Zajęcia organizacyjne. Mechanizmy krystalizacji, krystalizacja dendrytyczna, struktura odlewów, krzepnięcie stopów w warunkach nierównowagi.	2
Wy2	Odkształcenie plastyczne metali i rekrytalizacja. Przemiany fazowe w stali w czasie nagrzewania.	2
Wy3	Podstawowe rodzaje wyżarzania. Hartowanie i odpuszczanie stali. Wykresy CTP. Hartowność.	2
Wy4	Obróbka powierzchniowa stali: hartowanie powierzchniowe, nawęglanie, azotowanie.	2

Wy5	Wpływ pierwiastków stopowych na przemiany fazowe w stalach.	2
Wy6	Ogólna klasyfikacja stali. Struktura i własności stali niestopowych.	2
Wy7	Stale stopowe konstrukcyjne.	2
Wy8	Stale stopowe narzędziowe i o specjalnych właściwościach.	2
Wy9	Odlewnicze stopy żelaza.	2
Wy10	Miedź i stopy miedzi. Metale lekkie i stopy metali lekkich.	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wpływ zawartości węgla na mikrostrukturę i własności mechaniczne stali.	2
Lab2	Wpływ obróbki cieplnej na strukturę i własności stali.	2
Lab3	Mikrostruktury elementów utwardzanych powierzchniowo.	2
Lab4	Mikrostruktury i własności stali narzędziowych.	2
Lab5	Mikrostruktury stali o specjalnych właściwościach.	2
Lab6	Mikrostruktury i własności żeliw.	2
Lab7	Mikrostruktury i własności stopów miedzi.	2
Lab8	Mikrostruktury i własności stopów aluminium.	2
Lab9	Wpływ metody wytwarzania na mikrostrukturę i własności mechaniczne stali.	2
Lab10	Metalografia ilościowa.	2
		Suma: 20

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. konsultacje  
N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N4. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N5. przygotowanie sprawozdania

#### 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	W01-W03;	Egzamin pisemny
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	U01-U03; K01-K03;	Kartkówka, Odpowiedzi ustne
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

R. Haimann, Metaloznawstwo część I, skrypt PWr, 2000

L. A. Dobrzański, Metaloznawstwo z podstawami nauki o materiałach, WNT, 1996

W. Dudziński, K. Widanka i inni, Ćwiczenia laboratoryjne z materiałoznawstwa, 2005, skrypt PWr

W. Dudziński, Ćwiczenia laboratoryjne. Materiały konstrukcyjne w budowie maszyn. Skrypt PWr. 1994

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

L. A. Dobrzański, Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, WNT, 2002

Ashby M.F., Jones D.R.H., Materiały inżynierskie, t. 1 i 2, WNT, 1996

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Łukasz Konat email: lukasz.konat@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Materiały konstrukcyjne**

Name in English: **Metallic Construction Materials**

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

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042318**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		20		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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. Completing the Materials Science course

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Understanding of phase transformations and metal strengthening mechanisms to a sufficient extent selection of materials in the construction and development of product technologies.
- C2. Understanding the relationship between the structure, the manufacturing process and the properties of steel.
- C3. Acquiring knowledge about the characteristics of basic groups of metallic construction materials - iron alloys and non-ferrous alloys.
- C4. Acquiring information search skills and critical analysis.
- C5. Acquisition and consolidation of social competences including group cooperation skills student's goal of effective problem solving. Responsibility, honesty, reliability, adherence to customs binding in the academic environment and society.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - knows the mechanisms of crystallization and phase changes during heating and solidification of metals and

alloys and methods of shaping their basic mechanical properties,

PEK\_W02 - knows the basic types of heat treatment treatments and their influence on the properties of steel,

PEK\_W03 - has knowledge about the classification and use of basic steel grades,

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - is able to choose the right structural material and propose a method of shaping its property based on an adequate fortification mechanism,

PEK\_U02 - can choose the appropriate method of thermal improvement and determine the basic parameters process

PEK\_U03 - is able to diagnose and interpret basic errors (defects) resulting from the result production and shaping of the basic properties of construction materials,

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - searching for information and its critical analysis,

PEK\_K02 - team cooperation and objective selection and evaluation of strategy arguments solving problems entrusted to the group,

PEK\_K03 - adherence to customs and rules in the academic environment,

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Organizational classes. Mechanisms of crystallization, crystallization dendritic, casting structure, solidification of alloys under conditions imbalances.	2
Lec2	Metal deformation and recrystallization. Phase transitions in steel during heating.	2
Lec3	Basic types of annealing. Hardening and tempering of steel. CTP charts. Hardenability.	2

Lec4	Surface treatment of steel: surface hardening, carburizing, nitriding.	2
Lec5	The influence of alloying elements on phase transitions in steels.	2
Lec6	General classification of steel. Structure and properties of unalloyed steels.	2
Lec7	Structural alloy steels.	2
Lec8	Tool and special alloy steels.	2
Lec9	Foundry iron alloys.	2
Lec10	Copper and copper alloys. Light metals and light metal alloys.	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Influence of carbon content on microstructure and mechanical properties of steel.	2
Lab2	The influence of heat treatment on the structure and properties of steel.	2
Lab3	Microstructure of surface hardened elements.	2
Lab4	Microstructure and properties of tool steels.	2
Lab5	Steel microstructure with special properties.	2
Lab6	Microstructure and properties of cast irons.	2
Lab7	Microstructure and properties of copper alloys.	2
Lab8	Microstructure and properties of aluminum alloys.	2
Lab9	The influence of the manufacturing method on the microstructure and mechanical properties of steel.	2
Lab10	Quantitative metallography.	2
		Total hours: 20

TEACHING TOOLS USED	
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. tutorials N3. self study - preparation for laboratory class N4. self study - self studies and preparation for examination N5. report preparation	

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	W01-W03;	Written 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	U01-U03; K01-K03;	Quiz, Oral answers
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE	
<u>PRIMARY LITERATURE</u>  <u>SECONDARY LITERATURE</u>	

SUBJECT SUPERVISOR	
dr inż. Łukasz Konat email: lukasz.konat@pwr.edu.pl	

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Mechanika materiałów -badania, modelowanie**

Nazwa w języku angielskim: **Mechanics of materials; testing and modeling**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042319**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
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. Posiada wiedzę, umiejętności i kompetencje wynikające z realizacji kursów Mechanika Techniczna, Analiza matematyczna I, Algebra z geometrią analityczną
2. Fizyka, Wytrzymałość Materiałów I i II
3. podstawowa wiedza z zakresu materiałoznawstwa metali i tworzyw sztucznych.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy z zakresu budowy, właściwości, metod badania oraz modelowania wybranej grupy materiałów zaawansowanych.
- C2. Zdobycie umiejętności z zakresu związków konstytutywnych i ich identyfikacji w odniesieniu do materiałów zaawansowanych na konstrukcje mechaniczne.
- C3. Zdobycie umiejętności w zakresie podstaw fizykalnych i metodyki przeprowadzenia badań eksperymentalnych stosowanych do wyznaczenia właściwości materiałów zaawansowanych.
- 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 fizyczne podstawy budowy oraz właściwości wybranych materiałów zaawansowanych,
- PEK\_W02 - zna sposoby opisu właściwości materiałów z użyciem modeli konstytutywnych,
- PEK\_W03 - posiada wiedzę z podstaw i zastosowań wybranych metod eksperymentalnych niezbędnych do wyznaczenia właściwości materiałów zaawansowanych.

### II. Z zakresu umiejętności:

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

### 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	Materiały zaawansowane. Zakres tematyczny kursu. Podział materiałów.	1
Wy2	Kompozyty z włóknem ciągłym na ekstremalnie wyężone konstrukcje. Materiał, technologia, przykłady zastosowań.	2
Wy3	Kompozytowe zbiorniki wysokociśnieniowe na paliwa gazowe. Budowa, wytwarzanie, badanie, zastosowanie.	2
Wy4	Metody badania wysokociśnieniowych zbiorników kompozytowych na paliwa gazowe	2
Wy5	Klasyfikacja, budowa, wytwarzanie, zastosowanie materiałów Smart.	1

Wy6	Zjawiska krzyżowe. Metody badań eksperymentalnych, aparatura pomiarowa, oprogramowanie do obsługi eksperymentu.	2
Wy7	Właściwości materiałów Smart stymulowanych polem magnetycznym. Przykłady badań eksperymentalnych.	2
Wy8	Szklą metaliczne. Wytwarzanie, właściwości, badanie.	2
Wy9	Właściwości materiałów z przemianą martenzytyczną indukowaną odkształceniem plastycznym. Przykłady badań eksperymentalnych	2
Wy10	Modele ciał; równania konstytutywne dla wybranych materiałów zaawansowanych.	2
Wy11	Metody identyfikacji modeli konstytutywnych dla materiałów Smart.	1
Wy12	Przykłady aplikacji materiałów Smart.	1
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Badania cykliczne wysokociśnieniowych zbiorników kompozytowych do gromadzenia paliw gazowych.	2
Lab2	Zastosowanie czujników światłowodowych w badaniach materiałów zaawansowanych.	2
Lab3	Wybrane metody badania szkieł metalicznych.	2
Lab4	Badanie właściwości kompozytów w warunkach złożonego stanu naprężenia. Badanie przemiany martenzytycznej indukowanej odkształceniem plastycznym.	2
Lab5	Aplikacja efektów magnetomechanicznych w badaniach materiałów konstrukcyjnych. Magnetowizja.	1
Lab6	Aplikacja efektu Thomsona. Termowizja w badaniach materiałów zaawansowanych.	1
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. eksperyment laboratoryjny  
N3. konsultacje  
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	Egzamin pisemny
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_U03, PEK_K01-PEK_K04	sprawdzian pisemny
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u>  J. Skrzypek, <i>Plastyczność i pełzanie</i>, PWN, Warszawa 1986.  Teoria plastyczności, praca zbiorowa pod red. Wacława Olszaka, PWN 1965.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u>  Reece P. L., <i>Progress in Smart Materials And Structures</i>, Nova Publishers, 2007.  Janocha H., <i>Adaptronics and Smart Structures: Basics, Materials, Design, and Applications</i>, Springer, 1999.</p>

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

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Mechanika materiałów -badania, modelowanie**

Name in English: **Mechanics of materials; testing and modeling**

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

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042319**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
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. The student has the knowledge, skills and competence resulting from the completion of the courses: Technical Mechanics, Calculus I, Algebra and Analytic Geometry
2. Physics, 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 advanced materials.
- C2. Acquisition of skills related to constitutive equations and their identification with reference to advanced materials for mechanical constructions.
- C3. Acquisition of skills related to physical fundamentals and methodology of experimental investigations aimed at determining the properties of advanced 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 advanced materials,
- PEK\_W02 - Student knows how to describe properties of materials using constitutive models,
- PEK\_W03 - Student has knowledge of the fundamentals and applications of selected experimental methods essential to determine the properties of advanced materials.

### II. Relating to skills:

- PEK\_U01 - Student can select a material 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 material,
- PEK\_U03 - Student can apply experimental verification methods to selected advanced 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	Advanced materials. Thematic scope of the course. Classification of materials.	1
Lec2	Composites with continuous fibre for extremely strenuous constructions. Material, technology, exemplary applications.	2
Lec3	High pressure composite vessels for gaseous fuel storage. Design, manufacture, testing, applications.	2
Lec4	Testing methods of high pressure composite vessels for gaseous fuel storage	2
Lec5	Classification, structure, manufacture, application of Smart materials.	1

Lec6	Cross effects. Methods of experimental investigations, measuring apparatus, software for experiment handling.	2
Lec7	Properties of Smart materials stimulated by magnetic field. Examples of experimental investigations.	2
Lec8	Metallic glasses. Manufacture, properties, testing.	2
Lec9	Properties of the materials with martensitic phase transformation induced by plastic strain. Examples of experimental investigations.	2
Lec10	Body models; constitutive equations for selected advanced materials.	2
Lec11	Methods to identify constitutive models for Smart materials.	1
Lec12	Examples of application of Smart materials.	1
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Cyclic tests of high pressure composite vessels for gaseous fuel storage.	2
Lab2	Use of optical fibre sensors in investigations of advanced materials.	2
Lab3	Selected methods of investigation of metallic glasses.	2
Lab4	Investigation of the properties of composites subjected to complex stress states. Investigation of martensitic phase transformation induced by plastic strain.	2
Lab5	Application of magnetomechanical effects in the investigations of construction materials. Magnetovision.	1
Lab6	Application of the Thomson effect. Thermovision in the investigations of advanced materials.	1
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. tutorials 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 examination
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_U03, PEK_K01-PEK_K04	Written test
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

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

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Wibroakustyczne diagnozowanie maszyn i urządzeń**

Nazwa w języku angielskim: **Vibroacoustics diagnosis of machinery and equipment**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042321**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			20		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia			Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			1.4		

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

1. Posiada wiedzę z analizy matematycznej.
2. Znajomość podstawowych zagadnień z mechaniki klasycznej.
3. Potrafi rozwiązywać równania różniczkowe zwyczajne.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Opanowanie podstawowych zagadnień z zakresu wibroakustyki stosowanej.
- C2. Zapoznanie się z metodologią pomiaru wielkości akustycznych.
- C3. Zapoznanie się z metodologią pomiaru drgań.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć obsługiwać aparaturę kontrolno-pomiarową

PEK\_U02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć analizować i interpretować wyniki badań złożonych procesów wibroakustycznych

PEK\_U03 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć zastosować typowe rozwiązania techniczne pozwalające zredukować negatywne oddziaływanie drgań i hałas.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien posiadać zdolności analizowania informacji o różnym poziomie złożoności.

PEK\_K02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien posiadać zdolności obiektywnego oceniania, argumentów, racjonalnego tłumaczenia i uzasadniania własnego punktu widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu wibroakustyki.

PEK\_K03 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien posiadać zdolności przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wstęp, wprowadzenie do laboratorium	2
Lab2	Propagacja dźwięku, poziom dźwięku i drgań	2
Lab3	Wielkości akustyczne	2
Lab4	Źródła drgań i hałasu	2
Lab5	Hałas wybranych maszyn i urządzeń	2
Lab6	Kryteria oceny hałasu	2
Lab7	Metody redukcja hałasu	2
Lab8	Budowa i dobór filtrów akustycznych	2
Lab9	Holografia i sonda akustyczna	2
Lab10	Zaliczenie	2
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów

N2. prezentacja multimedialna

N3. eksperyment laboratoryjny

N4. przygotowanie sprawozdania

N5. praca własna – przygotowanie do laboratorium

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_U03PEK_K01 - PEK_K03	kartkówka, sprawozdanie, referat, odpowiedźustna
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Cempel Cz.: Wibroakustyka Stosowana, wydawnictwo: PWN 1989.
2. Puzyna C.: Drgania i hałas, wydawnictwo: CRZZ 1967.
3. Osiński Z.: Tłumienie drgań mechanicznych, wydawnictwo: PWN 1997.
4. Engel Z.: Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. wydawnictwo: PWN 2001.
5. Goliński A.: Wibroizolacja maszyn i urządzeń. wydawnictwo: WNT 2000.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

6. Renowski J.: Hałas, wskaźniki i kryteria oceny. Wydawnictwo OWPWr 1998.
7. Ozimek E.: Dźwięk i jego percepcja. Aspekty fizyczne i psychoakustyczne, Wydawnictwo PWN 2002.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Piotr Osiński tel.: 71 320-45-98 email: Piotr.Osinski@pwr.edu.pl



## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Wibroakustyczne diagnozowanie maszyn i urządzeń**

Name in English: **Vibroacoustics diagnosis of machinery and equipment**

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

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042321**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)			20		
Number of hours of total student workload (CNPS)			60		
Form of crediting			Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points			2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes			1.4		

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The student has knowledge of mathematical analysis.
2. The student has a basic knowledge of classical mechanics.
3. The student is able to solve ordinary differential equations.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Mastering the basic issues of applied vibroacoustic
- C2. Get acquainted with the methodology of measuring the size of the acoustic.
- C3. Get acquainted with the methodology of measuring vibration.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - As a result of the carried out activities the student should be able to operate the measurement devices

PEK\_U02 - As a result of the carried out activities the student should be able to analyze and interpret the results of the research complex processes vibroacoustics

PEK\_U03 - As a result of the carried out activities the student should be able to apply the common technical solutions to reduce the negative impact of vibrations and noise.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - As a result of the carried out activities the student should possess the ability to analyze information with different levels of complexity.

PEK\_K02 - As a result of the carried out activities the student should possess the capacity for objective evaluation, arguments, rational and justify their own point of view, using knowledge of vibroacoustic.

PEK\_K03 - As a result of the carried out activities the student should possess ability to respect the Customs and rules in academia.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction to laboratory	2
Lab2	Propagation of sound, sound level and vibration	2
Lab3	Acoustic unit	2
Lab4	The source of vibrations and noise	2
Lab5	Selected noise of machinery and equipment	2
Lab6	Criteria for the assessment of noise	2
Lab7	Methods of noise reduction	2
Lab8	Construction and selection of acoustic filters	2
Lab9	Holography and acoustic probe	2
Lab10	Passing of the course	2
		Total hours: 20

## TEACHING TOOLS USED

N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides

N2. multimedia presentation

N3. laboratory experiment

N4. report preparation

N5. self study - preparation for laboratory class

### 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_U03 PEK_K01 - PEK_K03	Quiz, the report, paper, oral response
P = F1		

### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### PRIMARY LITERATURE

1. Cempel Cz.: Used vibroacoustic, Publishe: PWN 1989.
2. Puzyna C.: Vibration and noise, Publishe: CRZZ 1967.
3. Osiński Z.: Damping mechanical vibration, Publishe: PWN 1997.
4. Engel Z.: Protection of the environment against vibrations and nois. Publishe PWN 2001.
5. Goliński A.: Vibration isolation of machines and equipment. Publishe WNT 2000.

#### SECONDARY LITERATURE

6. Renowski J.: Noise indicators and assessment criteria. Publishe OWPWr 1998.
7. Ozimek E.: Sound and its perception. Aspects of physical and psychoacoustical, Publishe PWN 2002.

### SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Piotr Osiński tel.: 71 320-45-98 email: Piotr.Osinski@pwr.edu.pl

## 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, niestacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042322**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10	10			
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. Zdobycie umiejętności z zakresu związków konstytutywnych i ich identyfikacji w odniesieniu do materiałów Smart, w tym głównie na konstrukcje mechaniczne.

C3. Zdobycie 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.	1

Wy5	Materiały magnetyczne Smart w budowie aparatury pomiarowej typu NDT. Magnetowizja i jej zastosowanie.	1
Wy6	Energy Harvesting. Metody pozyskiwania energii elektrycznej z drgań i z „odpadowego” ciepła z użyciem materiałów Smart.	1
Wy7	Metody opisu materiałów Smart. Przegląd modeli konstytutywnych. Materiały sprężyste, pseudosprężyste, magnetosprężyste, itd.	1
		Suma: 10
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.	1
Ćw5	Wyznaczenie właściwości harvestera do odzysku energii elektrycznej z ciepła „odpadowego”.	1
Ćw6	Wykorzystanie magnetowizji w mechanice eksperymentalnej.	1
Ćw7	Demonstrator „lodówki magnetycznej” z użyciem materiałów Smart. Testowanie.	1
		Suma: 10

#### 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 pękanie*, 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](mailto: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, part-time**

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042322**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10	10			
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.	1

Lec5	Smart magnetic materials in the design of NDT measurement systems. Magnetovision and its applications.	1
Lec6	Energy Harvesting. Methods of energy acquisition from vibrations and waste heat using Smart materials.	1
Lec7	Methods of description of Smart materials. Overview of constitutive models. Elastic, pseudoelastic and magnetoelastic materials etc.	1
		Total hours: 10
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.	1
CI5	Determination of the properties of the harvester device which acquires electrical energy from waste heat.	1
CI6	Use of magnetovision in experimental mechanics.	1
CI7	"Magnetic refrigerator" demonstrator utilizing Smart materials. Testing.	1
		Total hours: 10

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
<u>PRIMARY LITERATURE</u>  <u>SECONDARY LITERATURE</u> Author's own publications (for each topic).

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

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Równania różniczkowe cząstkowe**

Nazwa w języku angielskim: **Partial Differential Equations**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042323**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10	10			
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. Znajomość elementów analizy matematycznej i algebry liniowej
2. Znajomość elementów równań różniczkowych zwyczajnych
3. Umiejętność wykonywania obliczeń i analizy otrzymanych wyników

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Umiejętność rozwiązywania równań fizyki  
C2. Umiejętność analizowania przebiegu zachodzących procesów fizycznych  
C3. Umiejętność wyszukiwania informacji oraz jej analiza

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Wiedza o różnych typach równań różniczkowych cząstkowych i metodach ich rozwiązywania.

PEK\_W02 - Wiedza o zagadnieniach fizycznych opisywanych równaniami różniczkowymi cząstkowymi

PEK\_W03 - Wiedza umożliwiająca analizowanie otrzymanych wyników

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Umiejętność sformułowania i opisanie problemu

PEK\_U02 - Umiejętność analizy otrzymanych równań i zastosowania odpowiednich metod rozwiązania

PEK\_U03 - Umiejętność analizy otrzymanych wyników

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Umiejętność samodzielnej pracy z wykorzystaniem literatury

PEK\_K02 - Umiejętność systematycznej pracy, a w szczególności udział w konsultacjach

PEK\_K03 - Umiejętność kolektywnego rozwiązywania problemów podczas zajęć

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	1. Równania różniczkowe cząstkowe liniowe rzędu pierwszego i drugiego.	2
Wy2	2. Równanie struny	2
Wy3	3. Równania falowe	2
Wy4	4. Równanie Laplace'a	2
Wy5	5. Kolokwium zaliczeniowe	2
		Suma: 10
Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	1. Równanie struny	2
Ćw2	2. Równanie falowe	2
Ćw3	3. Równanie Laplace'a	2
Ćw4	4. Równanie drgań belki zginanej	2
Ćw5	5. Rozwiązywanie zadań z zastosowaniem równań omawianych podczas kursu	2
		Suma: 10

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. ćwiczenia rachunkowe

N2. konsultacje

N3. 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	PEKU01+PEKU02+PEKU03	kolokwium
P = ocena z kolokwium		

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_U2+PEK_U3	kolokwium
P = ocena z kolokwium przeprowadzonego na wykładzie		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<u>LITERATURA PODSTAWOWA</u> W. Żakowski, W. Leksiński, Matematyka część IV	
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u> N. Matwiejew, Metody całkowania równań różniczkowych zwyczajnych	

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr inż. Grażyna Ziętek tel.: 320-21-18 email: grazyna.zietek@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Równania różniczkowe cząstkowe**

Name in English: **Partial Differential Equations**

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

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042323**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10	10			
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. Knowledge of the elements of calculus and linear algebra
2. Knowledge of the elements of ordinary differential equations
3. Ability to perform calculations and analysis of the results

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Ability to solve the equations of physics
- C2. Ability to analyze the course of the physical processes
- C3. The ability to search for information and its analysis

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Knowledge about the different types of partial differential equations and methods of solving them.

PEK\_W02 - Knowledge of the physical problems described by partial differential equations

PEK\_W03 - Knowledge allows to analyze the results

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Ability to identify and describe the problem

PEK\_U02 - Ability to analyze the equations obtained and the use of appropriate methods of solution

PEK\_U03 - Ability to analyze the results

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Ability to work independently with the use of literature

PEK\_K02 - Ability to work systematically and, in particular, the consulting

PEK\_K03 - Collective ability to solve problems in the classroom

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	1. Linear partial differential equations of first order and second.	2
Lec2	2. Equation of string	2
Lec3	3. Wave equation	2
Lec4	5. Laplace equation.	2
Lec5	Test.	2
		Total hours: 10
Form of classes – Classes		Number of hours
CI1	1. Equation of string.	2
CI2	2. Wavv equation.	2
CI3	3. Laplace equation.	2
CI4	4. The equation for beam bending vibration	2
CI5	5. Solving these equations using the equations discussed during the course.	2
		Total hours: 10



## TEACHING TOOLS USED

N1. calculation exercises  
 N2. tutorials  
 N3. 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	PEKU01+PEKU02+PEKU03	test
P = ocena z kolokwium		

## 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_U2+PEK_U3	test
P = ocena z kolokwium przeprowadzonego na wykładzie		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

W. Żakowski, W. Leksiński, Mathematic, part IV

### SECONDARY LITERATURE

N. Matwiejew, Methods integration of ordinary differential equations

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Grażyna Ziętek tel.: 320-21-18 email: grazyna.zietek@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Elementy teorii sprężystości i plastyczności**

Nazwa w języku angielskim: **Elements of Theory Elasticity and Plasticity**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042326**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20	20			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30			
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	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. Znajomość elementów analizy matematycznej i algebry liniowej.
2. Znajomość elementów wytrzymałości materiałów, a w szczególności wiedzy dotyczącej stanu naprężenia i stanu odkształcenia.
3. Umiejętność wykonywania obliczeń i analizy otrzymanych wyników w obszarze wytrzymałości materiałów.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zdobyć wiedzy z zakresu teorii sprężystości i nabyć, w tym zakresie, umiejętności rozwiązywania problemów dla złożonych stanów naprężenia.
- C2. Zdobyć wiedzy z zakresu teorii plastyczności i nabyć, w tym zakresie, umiejętności rozwiązywania problemów dla złożonych stanów naprężenia.
- C3. Zdobyć umiejętności formułowania równań opisujących stan mechaniczny elementów konstrukcyjnych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 - Uporządkowana wiedza z teorii sprężystości, w szczególności w obszarze płaskiego stanu naprężenia.
- PEK\_W02 - Uporządkowana wiedza z teorii plastyczności, w szczególności w obszarze płaskiego stanu naprężenia.
- PEK\_W03 - Uporządkowana wiedza dotycząca równań konstytutywnych stosowanych do opisu materiałów konstrukcyjnych.

### II. Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 - Umiejętność wyznaczania naprężeń i odkształceń w złożonych stanach w różnego rodzaju konstrukcjach.
- PEK\_U02 - Umiejętność formułowania problemów z zakresu mechaniki materiałów konstrukcyjnych.
- PEK\_U03 - Umiejętność analizy otrzymanych wyników.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 - Umiejętność samodzielnej pracy z wykorzystaniem literatury.
- PEK\_K02 - Umiejętność systematycznej pracy, a w szczególności udział w konsultacjach.
- PEK\_K03 - Umiejętność kolektywnego rozwiązywania problemów podczas zajęć.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Stan naprężenia	2
Wy2	Stan odkształcenia	2
Wy3	Transformacja składowych stanu naprężenia i odkształcenia	2
Wy4	Równania równowagi i równania nierozdzielności	2
Wy5	Płaski stan naprężenia i płaski stan odkształcenia dla ośrodka sprężystego	2
Wy6	Hipotezy wyężeniowe	2
Wy7	Wzmocnienie kinematyczne , izotropowe i mieszane	4
Wy8	Sprężysto-plastyczne skręcanie prętów pryzmatycznych	2
Wy9	Sprężysto-plastyczne zginanie prętów pryzmatycznych	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin

Ćw1	Wyznaczanie tensorów naprężenia i odkształcenia w przypadku różnie obciążanych elementów konstrukcyjnych.	2
Ćw2	Wyznaczenie naprężeń i odkształceń głównych	2
Ćw3	Analiza różnego rodzaju wzmocnienia. Wyznaczanie zależności między naprężeniem i odkształceniem w przypadku jednoosiowego ściskania i rozciągania.	4
Ćw4	Wyznaczanie naprężeń granicznych dla obszaru sprężystego z zastosowaniem różnych hipotez wytrzymałościowych.	2
Ćw5	Sprężysto-plastyczne skręcanie prętów pryzmatycznych, wyznaczanie stanu naprężenia i odkształcenia	4
Ćw6	Sprężysto-plastyczne zginanie prętów pryzmatycznych, wyznaczanie stanu naprężenia i odkształcenia	4
Ćw7	Kolokwium	2
		Suma: 20

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. ćwiczenia rachunkowe  
N2. konsultacje  
N3. 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_W2+PEK_W3	kolokwium

P = Ocena z kolokwium na ćwiczeniach

#### 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_U2+PEK_U3	kolokwium

P = ocena z kolokwium

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

J. Walczak, Wytrzymałość materiałów oraz podstawy teorii sprężystości i plastyczności.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

J. Skrzypek, Plastyczność i pełzanie.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Grażyna Ziętek tel.: 320-21-18 email: [grazyna.zietek@pwr.edu.pl](mailto:grazyna.zietek@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Elementy teorii sprężystości i plastyczności**

Name in English: **Elements of Theory Elasticity and Plasticity**

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

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042326**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20	20			
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	30			
Form of crediting	Crediting with grade	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. The knowledge of elements of the mathematical analysis and the lineal algebra.
2. The knowledge of elements of the strenght of materials, and particularly of the knowledge concerning of the stress and strain state.
3. The skill of the calculations and analyses of received results in the area of the strenght of materials.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The achivement of the knowledge from the area of the theory of the elasticity and the purchase, in this range, the skill of the problem solving for complex stress states.
- C2. The achivementt of the knowledge from the area of the theory of the plasticity and the purchase, in this range, the skill of the problem solving for complex stress states.
- C3. The achivement of skills of formulating of equations describing the mechanical state of elements of construction.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - The orderly knowledge from the theory of the elasticity, particularly in the area of the plane stress state .

PEK\_W02 - The orderly knowledge from the theory of the plasticity, particularly in the area of the plane stress state

PEK\_W03 - The orderly knowledge concerning of constitutive equations applied to description of structural materials

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - The skill of finding of stress and strain in complex states in the different kind constructions.

PEK\_U02 - The skill of formulating of problems in area of the mechanics os structural material.

PEK\_U03 - The skill of analyzing of obtained results.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - The skill of the individual works with the utilization of the literature.

PEK\_K02 - The skill of the systematical works, and particularly the participation in consultations.

PEK\_K03 - The skill of the collective problem solving during lecture.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Stress state	2
Lec2	Strain state	2
Lec3	Transformation of of stress and strain state elements.	2
Lec4	Equations of equilibrium and strain compatibility conditions.	2
Lec5	The plate state of stress and strain for elastic medium	2
Lec6	Criteria for initial yield.	2
Lec7	Kinematic, isotropic and mixed hardening.	4
Lec8	Elasto-plastic torsion of prismatic bar.	2
Lec9	Elasto-plastic banding of prismatic bar.	2
		Total hours: 20
Form of classes – Classes		Number of hours
CI1	Determining of stress and strain tensors in the case of differently loaded of elements of construction.	2
CI2	Determining of principal stress and strain.	2
CI3	The analysis of the different kind of the hardening. Determining of the dependence between the stress and strain in the case of the uni-axial compression and the tension.	4
CI4	Determining of the permissible stress using different yield criteria.	2
CI5	Elasto-plastic torsion of prismatic bars, determining the state of stress and strain.	4

CI6	Elasto-plastic bending of prismatic bars, determining the state of stress and strain.	4
CI7	Test.	2
		Total hours: 20

TEACHING TOOLS USED		
N1. calculation exercises N2. tutorials N3. 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_W2+PEK_W3	test
P = Ocena z kolokwium na ćwiczeniach		

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_U2+PEK_U3	test
P = ocena z kolokwium		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE	
<u>PRIMARY LITERATURE</u> J. Walczak, The strength of materials and the foundations of the theory of elasticity and plasticity  <u>SECONDARY LITERATURE</u> J. Skrzypek, Plasticity and creep.	



SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Grażyna Ziętek tel.: 320-21-18 email: [grazyna.zietek@pwr.edu.pl](mailto:grazyna.zietek@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Obróbka cieplna**

Nazwa w języku angielskim: **Heat treatment**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042327**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		20		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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. Student posiada wiedzę z zakresu fizyki, chemii oraz matematyki na poziomie szkoły średniej.
2. Posiada wiedzę z zakresu terminologii dotyczącej inżynierii metalicznych materiałów konstrukcyjnych, doboru metod kształtowania struktury i własności materiałów do zastosowań technicznych, a także doboru materiałów inżynierskich do zastosowań w różnych produktach. Potrafi porównywać podstawowe własności mechaniczne, technologiczne i eksploatacyjne materiałów.
3. Potrafi korzystać z informacji technicznej. Posiada umiejętność oceny uwarunkowań ekonomicznych i eksploatacyjnych stosowania różnych materiałów inżynierskich.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Poszerzenie wiedzy z zakresu inżynierii metalicznych materiałów konstrukcyjnych oraz metod kształtowania struktury i własności materiałów do zastosowań technicznych na drodze obróbki cieplnej.

C2. Poszerzenie wiedzy z zakresu wykorzystania informacji technicznej do doboru parametrów obróbki cieplnej materiałów metalicznych oraz poprawnej terminologii z zakresu obróbki cieplnej.

C3. Nabycie praktycznych umiejętności w zakresie doboru parametrów obróbki cieplnej, a także wpływu tych parametrów na strukturę i właściwości materiałów metalicznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student potrafi scharakteryzować wpływ obróbki cieplnej na strukturę i właściwości metalicznych materiałów konstrukcyjnych. Potrafi określić wzajemną relację pomiędzy tymi elementami.

PEK\_W02 - Zna i definiuje zaawansowaną terminologię z zakresu obróbki cieplnej materiałów metalicznych. Rozumie zjawiska zachodzące w materiałach metalicznych w trakcie obróbki cieplnej.

PEK\_W03 - Posiada umiejętność racjonalnego doboru materiałów na elementy konstrukcji i części maszyn, oraz wiedzę pozwalającą kształtować strukturę i własności tych materiałów w procesach technologicznych, w szczególności poprzez obróbkę cieplną.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Student potrafi dobrać parametry oraz technologię obróbki cieplnej w zależności od składu chemicznego materiałów metalicznych oraz oczekiwanych właściwości mechanicznych.

PEK\_U02 - Student potrafi posługiwać się informacją techniczną oraz analizować literaturę naukową dotyczącą obróbki cieplnej. Student potrafi wykorzystywać zdobytą wiedzę do planowania przebiegu obróbki cieplnej dla podstawowych materiałów metalicznych.

PEK\_U03 - Student posiada przygotowanie do prac wspomagających projektowanie materiałowe, a także do obsługi specjalistycznego oprogramowania komputerowego i do współpracy z użytkownikami materiałów inżynierskich, konstruktorami i innymi specjalistami w zakresie projektowania, wytwarzania, przetwórstwa i zastosowania materiałów inżynierskich.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Student zna zakres posiadanej przez siebie wiedzy i umiejętności. Rozumie potrzebę ciągłego doskonalenia się i rozwoju zawodowego.

PEK\_K02 - Student posiada umiejętności posługiwania się językiem specjalistycznym, co pozwala na uzyskanie sprawności komunikowania się w przemyśle oraz małych i średnich przedsiębiorstwach związanych z wytwarzaniem i przetwórstwem materiałów inżynierskich.

PEK\_K03 - Student potrafi zaplanować prosty eksperyment badawczy i ocenić pozyskane wyniki eksperymentalne. Potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także obcojęzycznej. Posiada zdolność samodzielnego uzasadnienia doboru parametrów obróbki cieplnej.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Ogólna klasyfikacja zabiegów obróbki cieplnej. Naprężenia własne i wady powstające w procesie obróbki cieplnej	1
Wy2	Przemiany w stali zachodzące podczas nagrzewania	2

Wy3	Przemiany w stali zachodzące podczas chłodzenia	2
Wy4	Wykresy przemian austenitu przechłodzonego podczas chłodzenia izotermicznego i ciągłego	1
Wy5	Przemiany w stali podczas odpuszczania	2
Wy6	Technologia zwykłej obróbki cieplnej stali	2
Wy7	Obróbka cieplna stali konstrukcyjnych, specjalnych i narzędziowych	3
Wy8	Hartowanie powierzchniowe stali	1
Wy9	Podstawy teoretyczne obróbki cieplno-chemicznej i cieplno-plastycznej stali	3
Wy10	Hartowność stali	1
Wy11	Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie. Dobór parametrów obróbki cieplnej stali w oparciu o wykres Fe-Fe <sub>3</sub> C i kryterium hartowności.	2
Lab2	Wpływ zabiegów obróbki cieplnej na mikrostruktury i właściwości stali	2
Lab3	Hartowanie i odpuszczanie stali w praktyce. Samodzielna analiza metalograficzna.	6
Lab4	Mikrostruktury stali narzędziowych i specjalnych po obróbce cieplnej	2
Lab5	Mikrostruktury stali po obróbce cieplno-chemicznej	2
Lab6	Obróbka cieplna połączeń spawanych	2
Lab7	Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych	2
Lab8	Zaliczenie laboratorium	2
		Suma: 20

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. ćwiczenia problemowe  
N3. ćwiczenia rachunkowe  
N4. przygotowanie sprawozdania  
N5. praca własna – przygotowanie do laboratorium

#### 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 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	kolowium zaliczeniowe
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_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	kartkówka
F3	PEK_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	udział w dyskusjach problemowych
P = (F1+F2+F3)/3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. R. Haimann: Metaloznawstwo. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1980, 2000.</li> <li>2. W. Dudziński, K. Widanka: Ćwiczenia laboratoryjne z materiałoznawstwa. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005, 2009.</li> <li>3. W. Dudziński: Materiały konstrukcyjne w budowie maszyn. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994.</li> <li>4. K. Przybyłowicz: Metaloznawstwo, WNT, Warszawa 1992, 2007.</li> <li>5. L. A. Dobrzański: Metaloznawstwo i obróbka cieplna stopów metali, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1993.</li> </ol> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Blicharski M.: Inżynieria materiałowa, Stal. WNT, Warszawa 2004.</li> <li>2. Blicharski M.: Wstęp do inżynierii materiałowej. WNT, Warszawa 2003.</li> <li>3. Adamczyk J.: Inżynieria materiałów metalowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.</li> <li>4. Adamczyk J.: Inżynieria wyrobów stalowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.</li> </ol>

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Łukasz Konat email: [lukasz.konat@pwr.edu.pl](mailto:lukasz.konat@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Obróbka cieplna**

Name in English: **Heat treatment**

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

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042327**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		20		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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. The student has knowledge of physics, chemistry and mathematics at the high school level
2. Has knowledge of terminology related to engineering of metallic construction materials, selection of methods for shaping the structure and properties of materials for technical applications, as well as selection of engineering materials for applications in various products. Able to compare the basic mechanical, technological and operational properties of materials.
3. He can use technical information. Has the ability to assess the economic and operational conditions of using various engineering materials

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Expanding knowledge in the field of engineering of metallic construction materials and methods of shaping the structure and properties of materials for technical applications by heat treatment.
- C2. Expanding knowledge of the use of technical information for the selection of heat treatment parameters of metallic materials and the correct terminology in the field of heat treatment
- C3. The acquisition of practical skills in the selection of heat treatment parameters, as well as the impact of these parameters on the structure and properties of metallic materials.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Student is able to characterize the influence of heat treatment on the structure and properties of metallic construction materials. He can determine the mutual relationship between these elements

PEK\_W02 - He knows and defines advanced terminology in the field of heat treatment of metallic materials. Understands the phenomena occurring in metallic materials during heat treatment.

PEK\_W03 - Has the ability of rational selection of materials for structural elements and machine parts, and knowledge allowing to shape the structure and properties of these materials in technological processes, in particular through heat treatment

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Student is able to choose the parameters and technology of heat treatment depending on the chemical composition of metallic materials and expected mechanical properties

PEK\_U02 - The student is able to use technical information and analyze the scientific literature on heat treatment. The student is able to use the acquired knowledge to plan the heat treatment course for basic metallic materials

PEK\_U03 - The student has a preparation for work supporting material design, as well as for handling specialized computer software and for cooperation with users of engineering materials, constructors and other specialists in the field of designing, manufacturing, processing and application of engineering materials

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - The student knows the range of knowledge and skills. Understands the need for continuous training and professional development.

PEK\_K02 - The student has the ability to use a specialist language, which allows to achieve communication skills in industry and small and medium-sized enterprises associated with the production and processing of engineering materials

PEK\_K03 - The student is able to plan a simple research experiment and evaluate the obtained experimental results. Can independently search for information in literature, including foreign language. Has the ability to independently justify the selection of heat treatment parameters

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	General classification of thermal treatments. Own stresses and defects arising in the heat treatment process	1
Lec2	Transformations in steel occurring during heating	2
Lec3	Transformations in steel occurring during cooling	2



Lec4	Graphs of austenite transformation supercooled during isothermal and continuous cooling	1
Lec5	Transformations in steel during tempering	2
Lec6	Technology of ordinary heat treatment of steel	2
Lec7	Heat treatment of structural, special and tool steel	3
Lec8	Surface hardening of steel	1
Lec9	Theoretical basics of thermo-chemical and thermo-plastic treatment of steel	3
Lec10	Steel hardenability	1
Lec11	Heat treatment of non-ferrous alloys	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction. Selection of heat treatment parameters of steel based on Fe-Fe <sub>3</sub> C graph and hardenability criterion.	2
Lab2	The influence of heat treatment treatments on the microstructure and properties of steel	2
Lab3	Hardening and tempering of steel in practice. Own metallographic analysis.	6
Lab4	Microstructures of tool and special steels after heat treatment	2
Lab5	Steel microstructure after thermo-chemical treatment	2
Lab6	Heat treatment of welded joints	2
Lab7	Heat treatment of non-ferrous alloys	2
Lab8	Passing the laboratory	2
		Total hours: 20

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. problem exercises N3. calculation exercises N4. report preparation N5. self study - preparation for laboratory class		

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 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	test
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_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	report on laboratory exercises
F2	PEK_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	quiz
F3	PEK_W01 - PEK_W03 PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	participation in problem discussions
P = (F1+F2+F3)/3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. R. Haimann: Metaloznawstwo. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1980, 2000.</li> <li>2. W. Dudziński, K. Widanka: Ćwiczenia laboratoryjne z materiałoznawstwa. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005, 2009.</li> <li>3. W. Dudziński: Materiały konstrukcyjne w budowie maszyn. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994.</li> <li>4. K. Przybyłowicz: Metaloznawstwo, WNT, Warszawa 1992, 2007.</li> <li>5. L. A. Dobrzański: Metaloznawstwo i obróbka cieplna stopów metali, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1993.</li> </ol> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Blicharski M.: Inżynieria materiałowa, Stal. WNT, Warszawa 2004.</li> <li>2. Blicharski M.: Wstęp do inżynierii materiałowej. WNT, Warszawa 2003.</li> <li>3. Adamczyk J.: Inżynieria materiałów metalowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.</li> <li>4. Adamczyk J.: Inżynieria wyrobów stalowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.</li> </ol>

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Łukasz Konat email: [lukasz.konat@pwr.edu.pl](mailto:lukasz.konat@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Tribologia**

Nazwa w języku angielskim: **Tribology**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042341**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10		10		
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. Wiedza: 1. Ma uporządkowaną wiedzę o rodzajach materiałów inżynierskich - metalicznych, ceramicznych, polimerowych i kompozytowych. 2. Ma podstawową wiedzę dotyczącą budowy, działania i eksploatacji głównych elementów i zespołów maszynowych. 3. Ma podstawową wiedzę w zakresie fizyki, chemii, statystyki.
2. Umiejętności: 1. Potrafi analizować przełomy makroskopowe, makrostruktury materiałów, wady pochodzenia technologicznego; potrafi określić cechy mikrostruktury materiałów metalicznych. 2. Potrafi dobrać materiał na zadany element maszynowy i potrafi zbadać jego podstawowe własności.
3. Kompetencje: 1. Ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera mechanika. 2. Ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny oraz ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie z procesami tarcia, zużycia i smarowania w ruchomych węzłach maszynowych oraz z metodami sterowania tymi procesami pod kątem minimalizacji ich skutków (szczególna uwaga zostanie zwrócona na konstrukcyjne i technologiczne metody podwyższenia niezawodności i trwałości węzłów ślizgowych, jak również na problem smarowania i doboru smaru jako skutecznej profilaktyki tarcia i zużycia).
- C2. Poznanie wpływu wybranych parametrów wektora tarcia, tj. nacisku, prędkości poślizgu, materiału współpracujących skojarzeń i smaru na charakterystyki tribologiczne par ślizgowych. Zapoznanie z wpływem struktury materiału na zużycie ściernie oraz wpływem sztywności panwi na rozkład nacisków w łożysku ślizgowym.
- C3. Pokazanie studentom, że można skutecznie przeciwdziałać negatywnym skutkom tarcia w ruchomym styku ciał stałych poprzez ilustrację na obiektach rzeczywistych wybranych zagadnień omawianych teoretycznie w ramach wykładu.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Posiada wiedzę na temat procesów tarcia, zużycia i smarowania w ruchomych węzłach maszynowych.

PEK\_W02 - Zna podstawowe rodzaje środków smarnych oraz ich zastosowanie.

PEK\_W03 - Zna konstrukcyjne i technologiczne metody podwyższenia niezawodności i trwałości węzłów ślizgowych.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi dobierać materiały na węzły ślizgowe i rozumie związki i zależności pomiędzy zastosowanym materiałem a jego trwałością.

PEK\_U02 - Potrafi przeprowadzić podstawowe badania właściwości materiałów stosowanych w węzłach trących, interpretować je i wdrażać w gotowych węzłach maszyn.

PEK\_U03 - Potrafi wykorzystać wiedzę teoretyczną z zakresu tarcia i smarowania zdobytą na wykładzie i zastosować ją w praktyce.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi wyszukiwać informacje i krytycznie je analizować.

PEK\_K02 - Prawidłowo definiuje i rozstrzyga dylematy, przestrzega zasady etyki zawodowej.

PEK\_K03 - Potrafi pracować samodzielnie i zespołowo oraz prawidłowo ocenia priorytety zadań własnych i grupowych.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Program i wymagania. Rys historyczny tribologii. Styk sprężysty ciał gładkich. Rzeczywisty styk ciał stałych. Zagadnienie warstwy wierzchniej.	2
Wy2	Procesy tarcia i zużywania, ich podział i charakterystyka. Tarcie ślizgowe i toczne. Teorie tarcia. Wpływ nacisku i prędkości poślizgu na tarcie i zużycie.	2
Wy3	Charakterystyka materiałów (metalowych i innych) na węzły ślizgowe oraz reguły ich doboru. Prosta i odwrócona para tarcia. Podatność, sztywność i konfiguracja elementów jako czynniki zwiększające odporność na zużycie.	2

Wy4	Smar jako materiał konstrukcyjny. Cele smarowania. Sposoby uzyskiwania tarcia płynnego. Podział środków smarnych. Oleje smarne i ich własności. Smary plastyczne, ich podział i charakterystyka.	2
Wy5	Kolokwium zaliczeniowe.	2
		Suma: 10
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	1.Wyznaczanie właściwości ślizgowych materiałów łożyskowych.	2
Lab2	2.Wyznaczanie współczynnika tarcia statycznego.	2
Lab3	3.Badanie smarności smarów plastycznych na aparacie czterokulowym.	2
Lab4	4.Wyznaczanie własności ciernych materiałów na hamulce i sprzęgła.	2
Lab5	5.Badanie materiałów na zatarcie.	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N3. eksperyment laboratoryjny  
N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N5. konsultacje

#### 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_W03PEK_K01 - PEK_K03	kolokwium, kartkówki
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_U03PEK_K01 - PEK_K03	kartkówka - wejściówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych, odpowiedzi ustne
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1.Lawrowski Z.; Tribologia, Tarcie, zużywanie i smarowanie. W-a, PWN, 1993.2.Garkunov D. N.; Trybotechnika. Moskva, Mašinostroenie, 1999.3.Czarny R.; Smary plastyczne. Warszawa, WNT, 2004.4.Ćwiczenia laboratoryjne z podstaw konstrukcji maszyn. Praca zbiorowa pod red. F. Szymankiewicza, skrypt PWr., Wrocław , 1990.5. Szczegółowe instrukcje ćwiczeniowe zamieszczone na stronie internetowej: [www.ikem.pwr.wroc.pl/pkmit](http://www.ikem.pwr.wroc.pl/pkmit)

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1.Bartz W.; Schmierfette, Zusammensetzung, Eigenschaften, Prüfung und Anwendung. Renningen, Export Verlag, 2000.2.Lawrowski Z.; Technika smarowania. W-a, PWN, 1987.3.Płaza S.; Fizykochemia procesów tribologicznych, Łódź, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, 1997.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Tadeusz Leśniewski tel.: 71 320-40-31 email: [Tadeusz.Lesniewski@pwr.edu.pl](mailto:Tadeusz.Lesniewski@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Tribologia**

Name in English: **Tribology**

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

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042341**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10		10		
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. Knowledge: 1 He has ordered knowledge about the types of engineering materials - metal, ceramic, polymer and composite materials.2. It has a basic knowledge of the construction, operation and use of the main components and machine assemblies.3. It has a basic knowledge of physics, chemistry, statistics.
2. Skills: 1. It can analyze the macroscopic fractures, microstructure of materials, technological drawbacks of origin, is able to determine the characteristics of the microstructure of metallic materials.2. He can choose the material on a given machine element and can explore its basic properties.
3. Competencies: 1 Is aware of the importance and understanding of non-technical aspects and impacts of mechanical engineer.2. Is aware of the importance of behavior in a professional manner and have a sense of responsibility for their own work.



## SUBJECT OBJECTIVES

C1. Familiar with the processes of friction, wear and lubrication of moving nodes and methods for machine control these processes in terms of minimizing their effects (special attention will be paid to the construction and technological methods of increasing the reliability and durability of sliding pairs, as well as the problem of lubrication and lubricant selection as an effective prevention of friction and wear).

C2. Understanding the impact of selected parameters of friction vector, ie, pressure, velocity slip material cooperating associations and grease on the tribological characteristics of sliding pairs. Get to know the influence of the structure of the material to abrasion and impact bushing stiffness for load distribution in the bearing friction.

C3. Show students that they can effectively counteract the negative effects of friction in the moving solid contact with real objects illustrate some of the issues discussed theoretically in the lecture.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Has knowledge of the processes of friction, wear and lubrication of moving nodes machine.

PEK\_W02 - Know the basic types of lubricants and their applications.

PEK\_W03 - He knows the design and technological methods of increasing the reliability and durability of sliding pairs.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - It can choose materials for sliding nodes and understand relationships and dependencies between the material used and its durability.

PEK\_U02 - It can perform basic tests of materials used in the nodes of friction, interpret them and implement in the final node machines.

PEK\_U03 - He can use the theoretical knowledge acquired friction and lubrication of the lecture and apply it in practice.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - It can search for information and critically analyze them.

PEK\_K02 - Properly define and resolve dilemmas, adheres to the principle of professional ethics.

PEK\_K03 - Able to work independently and as a team, and properly assess their own tasks and priorities of the group.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Program and requirements. Brief history of tribology. Elastic contact of smooth bodies. The real contact of solids. The problem of the surface layer.	2
Lec2	Friction and wear processes, their distribution and characteristics. Sliding and rolling friction. Theories of friction. Effect of pressure and sliding velocity on the friction and wear.	2
Lec3	Characteristics of materials (metal and others) on the sliding nodes and the rules for their selection. Simple and reversed pair of friction. Susceptibility, stiffness and configuration elements as factors that increase the wear resistance.	2

Lec4	Grease as a construction material. Objectives lubrication. The way of obtaining o fluid friction. Distribution of lubricants. Lubricating oils and their properties. Greases, their distribution and characteristics.	2
Lec5	Final test.	2
		Total hours: 10
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	1.Determining of properties of slide bearing materials.	2
Lab2	2.Determining of coefficient of static friction.	2
Lab3	3 Research of lubricity of greases using a four ball tester.	2
Lab4	4. Determination of the behavior of friction materials for brakes and clutches.	2
Lab5	5. Study materials for the seizure.	2
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - self studies and preparation for examination N3. laboratory experiment N4. self study - preparation for laboratory class N5. tutorials

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_W03PEK_K01 - PEK_K03	test, quiz
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_U03PEK_K01 - PEK_K03	quiz - entrance ticket, the report of the laboratory exercises, oral answer
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

1.Lawrowski Z.; Tribologia, Tarcie, zużywanie i smarowanie. W-a, PWN, 1993.2.Garkunov D. N.; Trybotechnika. Moskva, Mašinostroenie, 1999.3.Czarny R.; Smary plastyczne. Warszawa, WNT, 2004.4.Ćwiczenia laboratoryjne z podstaw konstrukcji maszyn. Praca zbiorowa pod red. F. Szymankiewicza, skrypt PWr., Wrocław , 1990.5. Embedded detailed instructions posted on the website: [www.ikem.pwr.wroc.pl/pkmit](http://www.ikem.pwr.wroc.pl/pkmit)

### SECONDARY LITERATURE

1.Bartz W.; Schmierfette, Zusammensetzung, Eigenschaften, Prüfung und Anwendung. Renningen, Export Verlag, 2000.2.Lawrowski Z.; Technika smarowania. W-a, PWN, 1987.3.Płaza S.; Fizykochemia procesów tribologicznych, Łódź, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, 1997.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Tadeusz Leśniewski tel.: 71 320-40-31 email: [Tadeusz.Lesniewski@pwr.edu.pl](mailto:Tadeusz.Lesniewski@pwr.edu.pl)

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Seminarium inżynierii materiałowej**

Nazwa w języku angielskim: **Materials Science - Seminar**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042343**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					20
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					1.4

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

1. Ma rozległą wiedzę z zakresu materiałoznawstwa i inżynierii materiałowej nabytą w czasie studiów I i II stopnia (materiałoznawstwo I i II oraz inżynieria materiałowa)
2. Ma rozległą wiedzę z zakresu wytrzymałości materiałów , kursów technologicznych i mechaniki

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Rozszerzenie i uzupełnienie wiedzy z zakresu szeroko rozumianej inżynierii materiałowej
- C2. Rozpoznanie i dyskusja współczesnych i przyszłościowych problemów tej dyscypliny na podstawie projektów badawczych
- C3. Przedstawienie i dyskusja wyników prac studentów z zakresu inżynierii materiałowej (prace dyplomowe, publikacje)

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi zbudować program badań, zadania i metodologię w obrębie inżynierii materiałowej

PEK\_U02 - Potrafi uwzględniać czynniki konstrukcyjne, technologiczne, degradacyjne i ekonomiczne w rozwiązywaniu problemów materiałowych

PEK\_U03 - Potrafi przedstawić i uzasadnić alternatywne rozwiązania materiałowe

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi zorganizować zespół badawczy do rozwiązania określonego problemu

PEK\_K02 - Rozszerzy i zracjonalizuje wiedzę o roli materiałów w rozwoju społecznym i gospodarczym

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Seminarium		Liczba godzin
Sem1	Zakresy i planowanie prac eksperymentalnych	2
Sem2	Metody i przykłady identyfikacji stanu konstrukcji i stanu materiałów konstrukcyjnych	4
Sem3	Trendy rozwojowe materiałów i metod badawczych	4
Sem4	Analiza tematyki projektów badawczych (np.38 konkurs i VII program ramowy)	2
Sem5	Planowanie, zakresy i przykłady prac ekspertyzowych	2
Sem6	Analiza przebiegu studiów i własnych prac badawczych na tle założeń Uniwersytetu III Generacji	2
Sem7	Prezentacja wyników badań własnych	4
		Suma: 20

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład problemowy

N2. prezentacja multimedialna

N3. dyskusja problemowa

N4. praca własna - przygotowanie do projektu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Seminarium)		
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_K02	udział w dyskusjach problemowych, prezentacja
P = F		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u> Wskazana indywidualnie dla uczestnika seminarium</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u> Pękański. G, Materiały dydaktyczne i wskazane publikacje</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr inż. Łukasz Konat email: lukasz.konat@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Seminarium inżynierii materiałowej**

Name in English: **Materials Science - Seminar**

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

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042343**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					20
Number of hours of total student workload (CNPS)					60
Form of crediting					Crediting with grade
Group of courses					
Number of ECTS points					2
including number of ECTS points for practical (P) classes					2
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes					1.4

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Has broad knowledge from the field of material science and engineering materials, acquainted during I and II level of studies (material science I, material science II, material engineering).
2. Has broaden knowledge in the field of strength of materials, technology courses and mechanics

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The broadening and fulfillment of knowledge in the field of engineering material science.
- C2. Investigations and discussion about modern and future problems of this discipline basing on investigations projects.
- C3. Presentation and discussion of students works results in the field of enineering materials (thesis, publications).

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Can propose the research plan, tasks and methodology in the fields of engineering materials science.

PEK\_U02 - Can take into account construction issues, technological, degradation-related and economical in the dissolving of material problems.

PEK\_U03 - Can propose and explain alternative materials solutions.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Can organise the research team to release the specified problem.

PEK\_K02 - Broadens and rationalizes the knowledge about materials in the social and government-related development

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Seminar		Number of hours
Sem1	The contents and planning of experimental works	2
Sem2	Methods and identification examples of constructions and material state	4
Sem3	Development trends for materials and research methods	4
Sem4	Analysis of own research topics (for example 38th competition and VII programm).	2
Sem5	Planning, fields and examples of expertise works.	2
Sem6	Analysis of studies and own research work according to IIIrd Generation University requirements.	2
Sem7	The presentation of results of own work.	4
		Total hours: 20

## TEACHING TOOLS USED

N1. problem lecture

N2. multimedia presentation

N3. problem discussion

N4. self study - preparation for project class



EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Seminar)		
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_K02	The participation in the problematic discussions, report.
P = F		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u> Indicated individually for the participant of seminary</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u> Pękański. G, Didactic materials and indicated papers</p>

SUBJECT SUPERVISOR
dr inż. Łukasz Konat email: lukasz.konat@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Problemy smarowania i zużywania maszyn**

Nazwa w języku angielskim: **Lubrication and wear problems**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042344**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10		10		
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)					

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

1. Wiedza: 1. Ma uporządkowaną wiedzę na temat procesów fizycznych i fizykochemicznych zachodzących w węzłach tribologicznych. 2. Ma podstawową wiedzę w zakresie mechaniki ośrodków ciągłych, obejmującą podstawy mechaniki płynów i zagadnień przepływowych.
2. Umiejętności: 1. Ma umiejętności stosowania podstawowych praw mechaniki płynów w odniesieniu do przepływów cieczy oraz ich wykorzystania w technice.
3. Kompetencje społeczne: 1. Ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera mechanika, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje. 2. Potrafi myśleć w sposób przedsiębiorczy.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Zdobyć zaawansowanej wiedzy teoretycznej na temat zużycia tribologicznego i jego rodzajów.

C2. Szczegółowe zapoznanie się z rodzajami środków smarowych, ich właściwościami tribologicznymi i reologicznymi.

C3. Zdobyć umiejętności doboru rodzaju i ilości środka smarnego do smarowania węzłów tarcia oraz wiedzy na temat podstaw projektowania układów smarowniczych oraz aspektów środowiskowych smarowania zespołów maszynowych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma szczegółową wiedzę na temat zużycia tribologicznego materiałów stosowanych na węzły tarcia.

PEK\_W02 - Ma szczegółową wiedzę na temat środków smarowych, ich właściwości tribologicznych i reologicznych.

PEK\_W03 - Ma szczegółową wiedzę na temat sposobów smarowania olejami i smarami plastycznymi oraz podstawową wiedzę na temat projektowania instalacji smarowniczych.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi dobrać materiały na węzły tarcia.

PEK\_U02 - Potrafi dobrać rodzaj i ilość środka smarnego do smarowania węzłów tarcia.

PEK\_U03 - Potrafi zaprojektować prostą instalację smarowniczą oraz określić podstawowe parametry, które będą decydować o jej niezawodnym funkcjonowaniu.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi myśleć i działać kreatywnie.

PEK\_K02 - Potrafi obiektywnie oceniać argumenty, racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia z wykorzystaniem wiedzy uzyskanej na wykładzie i ćwiczeniach laboratoryjnych.

PEK\_K03 - Potrafi pracować, wyszukiwać informacje i krytycznie je analizować, zarówno samodzielnie jak i zespołowo.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład

Liczba godzin

Wy1	<p>Regulamin i organizacja zajęć, ramowy program kursu, warunki zaliczenia. Wprowadzenie do tematyki smarowania i zużycia w budowie i eksploatacji maszyn.</p> <p>Zużycie tribologiczne i jego rodzaje. Pojęcia adhezji, warstwy wierzchniej, swobodnej energii powierzchniowej. Praca adhezji.</p> <p>Podział i charakterystyka środków smarowych. Właściwości i zastosowanie środków smarowych. Badania tribologiczne środków smarowych (w tym m.in. smarność, stabilności mechanicznej, trwałości użytkowej i stabilności termicznej).</p> <p>Podstawy reologii środków smarowych. Reometria kapilarna i rotacyjna. Badania reologiczne smarów plastycznych w warunkach przepływu ustalonego oraz z wykorzystaniem metod dynamiczno-oscylacyjnych. Lepkosprężystość liniowa.</p> <p>Sposoby smarowania. Smarowanie olejami i smarami plastycznymi. Dobór rodzaju i ilości środka smarnego do smarowania węzłów tarcia.</p> <p>Automatyzacja procesów smarowania. Budowa układów centralnego smarowania. Przykłady zastosowań układów centralnego smarowania w różnych gałęziach przemysłu.</p> <p>Podstawy projektowania układów smarowniczych. Aspekty środowiskowe smarowania zespołów maszynowych.</p> <p>Zaliczenie przedmiotu. Kolokwium zaliczeniowe.</p>	10
		Suma: 10
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	<p>Badanie odporności na zużycie ściernie materiałów stosowanych na węzły tarcia.</p> <p>Pomiar gęstości i lepkości olejów smarowych. Wyznaczanie wskaźnika lepkości olejów smarowych.</p> <p>Smarowanie łożysk ślizgowych. Wyznaczanie charakterystyki tarciowej poprzecznego łożyska ślizgowego. Ocena wpływu lepkości oleju na proces smarowania hydrodynamicznego.</p> <p>Wyznaczanie własności smarnych smarów plastycznych.</p> <p>Pomiar stopnia penetracji smarów plastycznych i badanie właściwości reologicznych smarów plastycznych (sporządzanie krzywych płynięcia, wyznaczanie granicy płynięcia).</p> <p>Badania wpływu materiału ścianki na formowanie się warstwy przyściennej smarów plastycznych w instalacjach smarowniczych.</p> <p>Badania wpływu długości, średnic i kształtów przewodów o przekroju kołowym na spadek ciśnienia w smarach plastycznych.</p> <p>Zaliczenie przedmiotu. Ewentualna odróbka ćwiczeń laboratoryjnych.</p>	10
		Suma: 10

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
 N2. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
 N3. konsultacje  
 N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
 N5. eksperyment laboratoryjny

## 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, PEK_K01 - PEK_K03	kolokwium, kartkówka
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_U03, PEK_K01 - PEK_K03	wejściówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych, odpowiedzi ustne
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] Krawiec S. Kompozycje smarów plastycznych i stałych w procesie tarcia stalowych węzłów maszyn. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011. [2] Płaza S., Fizykochemia procesów tribologicznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1997. [3] Bartz W., J., Schmierfette, Renningen-Malmsheim, expert-Verlag, 2000. [4] Bartz W., J., Getriebe-schmierung. Ehningen bei Böblingen, expert-Verlag 1989. [5] Czarny R., Smary plastyczne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004. [6] Czarny R., Systemy centralnego smarowania maszyn i urządzeń. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000. [7] Wysocki M., Systemy smarownicze w przemyśle ciężkim. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1971. [8] Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych dostępne na stronie internetowej Zakładu Podstaw Konstrukcji Maszyn i Tribologii.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] Froishteter G. B., Trilisky K. K., Ishchuk Yu. L., Stupak P. M., Rheological and thermophysical properties of greases. Gordon & Breach Science Publishers, Londyn 1989. [2] Ishchuk Yu. L., Lubricating grease manufacturing technology. New Age International Limited Publishers, New Delhi 2005. [3] Ferguson J., Kembłowski R., Reologia stosowana płynów. Wydawnictwo Marcus, Łódź 1995. [4] Matras Z., Transport reologicznie złożonych cieczy nienewtonowskich w przewodach. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2001. [5] Garkunov D. N., Tribotechnika. Masinostroenie, Moskva 1985. [6] Kosteckij B. I., Trenie, smazka i iznos w masinach. Izdatelstvo Technika, Kiev 1970. [7] Lawrowski Z., Tribologia - tarcie, zużywanie i smarowanie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993. [8] Płaza S., Margielewski L., Celichowski G., Wstęp do tribologii i tribochemia. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2005.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Maciej Paszkowski tel.: 71 320-31-12 email: Maciej.Paszkowski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Problemy smarowania i zużywania maszyn**

Name in English: **Lubrication and wear problems**

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

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042344**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	10		10		
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					

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

1. Knowledge: 1 It has a structured understanding of the physical and physicochemical processes occurring in the tribological nodes .2. It has a basic knowledge of the mechanics of continuous media, including the basics of fluid mechanics and flow issues.
2. Skills: 1 It has the ability to apply fundamental fluid mechanics for the fluid flow and its use in art.
3. Social competence: 1 Is aware of the importance and understanding of non-technical aspects and impacts of mechanical engineering, including its impact on the environment and the associated responsibility for their decyzje.  
2.Potrafi think in an entrepreneurial manner.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquire advanced theoretical knowledge of tribological wear and its type.  
C2. Detailed understanding of the types of lubricants, their tribological properties and rheology.  
C3. Gaining an ability to select the type and amount of lubricant to lubrication friction and knowledge of the fundamentals of circuit design and environmental aspects of lubrication lubrication assemblies.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - He has detailed knowledge of the tribological wear of materials used in the nodes of friction.

PEK\_W02 - He has detailed knowledge of lubricants, their tribological properties and rheology.

PEK\_W03 - He has detailed knowledge of the ways of lubricating oils and greases plastic and basic knowledge on lubrication system design.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - He can select materials for friction nodes.

PEK\_U02 - He can choose the type and amount of lubricant to friction nodes.

PEK\_U03 - He can design a simple installation lubrication and define the basic parameters that will determine its reliable functioning.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - He can think and act creatively.

PEK\_K02 - It can objectively evaluate the arguments rationally explain and justify their own point of view, using the knowledge gained during lectures and laboratory exercises.

PEK\_K03 - It can work, search for information and critically analyze them, both individually and collectively.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture

Number of  
hours



Lec1	<p>Terms and organization of classes, framework programs, the terms of credit. Introduction to lubrication and wear in the construction and operation of machinery.</p> <p>Tribological wear. Terms: adhesion of the surface layer, the surface free energy. Work of adhesion.</p> <p>Types and characteristics of lubricants. Properties and application of lubricants. The testing of lubricants (including lubricity, mechanical stability, service life and thermal stability).</p> <p>Basic rheology of lubricants. Capillary and rotational rheometry. Rheological greases steady flow conditions and with the use of methods for dynamic oscillation. Linear viscoelasticity.</p> <p>Methods of lubrication. Selection of the type and amount of lubricant for the lubrication of friction.</p> <p>Process automation lubrication. Construction of central lubrication systems. Examples of applications for central lubrication systems in various industries.</p> <p>Basic design of lubrication. The environmental aspects of lubrication assemblies.</p> <p>Final test.</p>	10
		Total hours: 10
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	<p>Test of resistance to abrasive wear of the materials used in the nodes of friction.</p> <p>Measurement of density and viscosity of lubricating oils. Determination of the viscosity index of lubricating oils.</p> <p>Lubrication of sliding bearings. Determination of the frictional characteristics of the cross slide bearing. Evaluation of the impact of oil viscosity on the process of hydrodynamic lubrication.</p> <p>Determining the properties of lubricating greases.</p> <p>Measuring the degree of penetration of lubricating greases and study the rheological properties of lubricating greases (compilation flow curves, determination of yield stress).</p> <p>Research on the influence of the wall material for the formation of a boundary layer greases in the lubricant.</p> <p>Studies on impact of length, diameter and shape of circular pipe pressure drop in lubricants arts.</p> <p>Completion of the course.</p>	10
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - self studies and preparation for examination N3. tutorials N4. self study - preparation for laboratory class N5. laboratory experiment		

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, PEK_K01 - PEK_K03	test, quiz
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_U03, PEK_K01 - PEK_K03	quiz - entrance ticket, the report of the laboratory exercises, oral answer
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

[1] Krawiec S. Kompozycje smarów plastycznych i stałych w procesie tarcia stalowych węzłów maszyn. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011. [2] Płaza S., Fizykochemia procesów tribologicznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1997. [3] Bartz W., J., Schmierfette, Renningen-Malmsheim, expert-Verlag, 2000. [4] Bartz W., J., Getriebe-schmierung. Ehningen bei Böblingen, expert-Verlag 1989. [5] Czarny R., Smary plastyczne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004. [6] Czarny R., Systemy centralnego smarowania maszyn i urządzeń. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000. [7] Wysocki M., Systemy smarownicze w przemyśle ciężkim. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1971. [8] Laboratory manuals available on the website of the Department PKMiT.

### SECONDARY LITERATURE

[1] Froishteter G. B, Trilisky K. K., Ishchuk Yu. L., Stupak P. M., Rheological and thermophysical properties of greases. Gordon & Breach Science Publishers, Londyn 1989. [2] Ishchuk Yu. L., Lubricating grease manufacturing technology. New Age International Limited Publishers, New Delhi 2005. [3] Ferguson J., Kembłowski R., Reologia stosowana płynów. Wydawnictwo Marcus, Łódź 1995. [4] Matras Z., Transport reologicznie złożonych cieczy nienewtonowskich w przewodach. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2001. [5] Garkunov D. N., Tribotechnika. Masinostroenie, Moskva 1985. [6] Kosteckij B. I., Trenie, smazka i iznos w masinach. Izdatelstvo Technika, Kiev 1970. [7] Lawrowski Z., Tribologia - tarcie, zużywanie i smarowanie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993. [8] Płaza S., Margielewski L., Celichowski G., Wstęp do tribologii i tribochemia. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2005.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Maciej Paszkowski tel.: 71 320-31-12 email: Maciej.Paszkowski@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Degradacja i recykling materiałów**

Nazwa w języku angielskim: **Degradation and recycling of materials**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042346**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		20		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		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. Znajomość podstaw inżynierii materiałowej oraz zagadnień ekologii i zarządzania środowiskiem
2. Wiedza z zakresu podziału, charakterystyk i zastosowań materiałów inżynierskich

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z istotą oraz skalą procesów degradacyjnych w odniesieniu do złożonych obiektów technicznych
- C2. Zapoznanie studentów z procesami degradacji materiałów (degradacja mikrostruktur, korozja, powstawanie i rozwój pęknięć)
- C3. Wpływ procesów degradacyjnych na własności mechaniczne i użytkowe materiałów
- C4. Zapoznanie studentów z problemami i pojęciami recyklingu
- C5. Omówienie problemów recyklingu w odniesieniu do opakowań, sprzętu elektrycznego i elektronicznego, opakowań oraz recyklingu pojazdów

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Potrafi rozróżniać problemy degradacji maszyn od starzenia konstrukcji i materiałów

PEK\_W02 - Zna zakres uzasadnionych potrzeb recyklingu materiałów

PEK\_W03 - Zna metody zapobiegania procesom degradacyjnym i metody recyklingu

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi analizować i uwzględniać procesy degradacyjne podczas konstruowania

PEK\_U02 - Potrafi w ogólnej koncepcji wykorzystania materiałów uwzględniać procesy ich recyklingu

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Doceni i jest w stanie propagować konieczność uwzględniania degradacji i recyklingu w projektowaniu i eksploatacji urządzeń i materiałów

PEK\_K02 - Poprzez nabytą wiedzę racjonalizuje i ogranicza skutki degradacji i zanieczyszczenia środowiska

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Istota teorii degradacji	2
Wy2	Podstawowe zasady gospodarki odpadami i recyklingu	2
Wy3	Zasadnicze pojęcia, uwarunkowania prawne i społeczne recyklingu	2
Wy4	Podstawy i definicje degradacji maszyn	2
Wy5	Znaczenie doboru materiałów w procesach degradacyjnych	2
Wy6	Metody oceny stopnia degradacji	2
Wy7	Metody mechaniki pękania i korozji w ocenie degradacji	2
Wy8	Proekologiczne projektowanie konstrukcji i procesów technologicznych	2
Wy9	Recykling sprzętu elektrycznego i elektronicznego	2
Wy10	Recykling pojazdów	2
		Suma: 20

Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Metody badawcze i diagnostyka w teorii degradacji	2
Lab2	Zastosowanie metod optycznych w badaniach degradacyjnych	2
Lab3	Metody termowizji w badaniach degradacyjnych	2
Lab4	Metody mikroskopowe w badaniach degradacyjnych	2
Lab5	Metody badań korozyjnych - przegląd, warunki stosowania	2
Lab6	Przykłady ekspertyz z zakresu badań degradacyjnych	2
Lab7	Ewidencja, segregacja odpadów. Separacja składników z odpadów	2
Lab8	Recykling tworzyw sztucznych	2
Lab9	Metody recyklingu samochodów po eksploatacji	2
Lab10	Zajęcia zaliczeniowe	2
		Suma: 20

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N2. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N4. konsultacje  
N5. przygotowanie sprawozdania

#### 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	kolokwium
P = P		

#### 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_K	wejściówka, sprawozdanie z laboratorium

P = P

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] Ashby.M, Shercliff.H, Cebon.D, Inżynieria materiałowa,(t1.,t.2), Wyd.Galaktyka, 2011

[2] Dudek.D, Zbiór publikacji dotyczących degradacji maszyn, dostarczany studentom

[3] Bilitewski.B, Hardtle.G, Marek.K, podręcznik gospodarki odpadami.teoria i praktyka, Wyd. Seidel- Przyewcki, 2003

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] Ashby.M, Jones.D, Materiały inżynierskie, WNT,1995

[2] Pękalski. G, Materiały dydaktyczne dla IPS

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Marzena Lachowicz tel.: 42-71 email: marzena.lachowicz@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Degradacja i recykling materiałów**

Name in English: **Degradation and recycling of materials**

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

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042346**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		20		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		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. The knowledge of basics of engineering materials science, ecology and environment management.
2. The knowledge in the field of groups, characteristics and applications of engineering materials.



## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The acquaintanance of students with the problem of degradation processes in the reference to complex technical objects.
- C2. The acquaintanance of students with materials' degradation processes (microstructures degradation, corrosion, occurence and cracks development.
- C3. The influence of degradation processes on mechanical and usage properties of materials.
- C4. The acquaintanance of students with the problems and terms related with recycling.
- C5. Condisideration of recycling problems in the reference to boxes, electrical and electronic deviced and cars recycling.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Can diversify degradation problems and ageing of constructions and materials.

PEK\_W02 - Knows the range of reasonable needs of materials recycling.

PEK\_W03 - Knows methods of prevention to the degradation processes and recycling methods.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Can analyse and take into account the degradation processes during design.

PEK\_U02 - Can, in the overall conception of materials usage, take into account the processes of their recycling.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Respect and is able to promote the need of recycling in the design and usage of devices and materials.

PEK\_K02 - Through gained knowledge rationalizes and limits the results of degradation and the enviroment pollution.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	The key issue of degradation theory.	2
Lec2	The basic rules in the management of thrown goods and recycling.	2
Lec3	The basic terms, law and social background.	2
Lec4	The basics and terms related with machines degradations.	2
Lec5	The meaning of materials choosing in the degradation processes.	2
Lec6	Methods of degradations rate assessment.	2
Lec7	Methods of cracking mechanism in the assessment od degradation processes	2
Lec8	Proecological design of constructions and technological processes.	2
Lec9	Electronic and electrical devices recycling.	2
Lec10	Cars recycling.	2

		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Research methods and diagnostics of degradation theory.	2
Lab2	The application of optical methods in degradation investigations.	2
Lab3	Thermovisive methods in the assessment of degradation state.	2
Lab4	Microscopic methods in the degradation investigations	2
Lab5	Methods of corrosive investigations - the overview, application background.	2
Lab6	The examples of expertises in the field of degradation research	2
Lab7	Evidency and segregation of thrown goods. Separation of their elements.	2
Lab8	Polymers recycling.	2
Lab9	Recycling methods of cars after usage.	2
Lab10	Test laboratory	2
		Total hours: 20

TEACHING TOOLS USED		
N1. self study - self studies and preparation for examination N2. traditional lecture with the use of transparencies and slides N3. self study - preparation for laboratory class N4. tutorials N5. report preparation		

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	Test
P = P		

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_K	Introduction test, report from laboratory classes
P = P		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

- [1] Ashby.M, Shercliff.H, Cebon.D, Inżynieria materiałowa,(t1.,t.2), Wyd.Galaktyka, 2011
- [2] Dudek.D, Zbiór publikacji dotyczących degradacji maszyn, dostarczany studentom
- [3] Bilitewski.B, Hardtle.G, Marek.K, podręcznik gospodarki odpadami.teoria i praktyka, Wyd. Seidel- Przyewcki, 2003

### SECONDARY LITERATURE

- [1] Ashby.M, Jones.D, Materiały inżynierskie, WNT,1995
- [2] Pękalski. G, Materiały dydaktyczne dla IPS

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Marzena Lachowicz tel.: 42-71 email: marzena.lachowicz@pwr.edu.pl

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **PRACA DYPLOMOWA I, II**

Nazwa w języku angielskim: **master thesis**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042351, MMM042352.**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				20	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS					
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				20.0	

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

1. Ma poszerzoną i pogłębianą wiedzę w zakresie niektórych działów matematyki, fizyki, mechaniki oraz materiałoznawstwa i inżynierii materiałów.
2. Potrafi zastosować posiadaną wiedzę. Przeprowadzić badania doświadczalne, pozyskiwać informację z literatury. Analizować i wnioskować na podstawie przeprowadzonych badań.
3. Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera mechanika - przestrzegania zasad etyki, poszanowania różnorodności poglądów i kultur, roli społecznej absolwenta uczelni technicznej.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Poszerzenie wiedzy o zasadach realizacji złożonych zadań i przedsięwzięć inżynierskich z zakresu inżynierii materiałów konstrukcyjnych.

C2. Poszerzenie umiejętności pozyskiwania informacji z różnych źródeł, weryfikacji ich a następnie prezentacji.

C3. Nabycie umiejętności określania priorytetów służących realizacji określonego zadania i podniesienie świadomości odpowiedzialności za pracę własną.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### **I. Z zakresu wiedzy:**

### **II. Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 - Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne i materiałowe (zespoły, maszyny, urządzenia, pojazdy).

PEK\_U02 - Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim lub niemieckim; potrafi również integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny.

PEK\_U03 - Potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną, dotyczącą zagadnień rozwiązywanych w ramach pracy dyplomowej.

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 - Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego zadania.

PEK\_K02 - Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną.

PEK\_K03 - Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, a także zna możliwości ciągłego doskonalenia się i podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.

## TREŚCI PROGRAMOWE

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. case study

N2. praca własna - przygotowanie do projektu

N3. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

N4. konsultacje

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Remigiusz Kozłowski, Praktyczny sposób pisania prac dyplomowych, Wolters Kluwer Polska sp. z o.o. ,Luty 2009  
Cezary Kalita, Zasady pisania licencjackich i magisterskich prac badawczych. Poradnik dla studentów,  
Wydawnictwo ARTE , 2011

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Przewodnik metodyczny pisania pracy dyplomowej, Wyd. Difin

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Mirosław Bocian tel.: 320-27-54 email: miroslaw.bocian@pwr.edu.pl

Faculty of Mechanical Engineering

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **PRACA DYPLOMOWA I, II**

Name in English: **master thesis**

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

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042351, MMM042352.**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)				20	
Number of hours of total student workload (CNPS)					
Form of crediting				Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points					
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes				20.0	

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

### SUBJECT OBJECTIVES

### SUBJECT LEARNING OUTCOMES

**I. Relating to knowledge:**

**II. Relating to skills:**

**III. Relating to social competences:**

PROGRAM CONTENT

TEACHING TOOLS USED

- N1. case study
- N2. self study - preparation for project class
- N3. self study - self studies and preparation for examination
- N4. tutorials

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Mirosław Bocian tel.: 320-27-54 email: miroslaw.bocian@pwr.edu.pl