

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Innowacyjne technologie wytwarzania**

Nazwa w języku angielskim: **Innovative manufacturing technologies**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Zarządzanie i Inżynieria Produkcji**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **ZPM041022, 1028 (2020)**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15	15	
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)					

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

1. Uczestnik kursu powinien być zapoznany z nowoczesnymi metodami komputerowego wspomagania etapami rozwoju produktów, które są głównym tematem przedmiotu Technologii Rozwoju Produktu na I stopniu ZiP.
2. Zagadnienia projektowania koncepcyjnego i konstrukcyjnego 2D i 3D, a w szczególności techniki modelowania komputerowego pod kątem technologii wytwarzania.
3. Podstawowe informacje z obszaru Technologii Szybkiego Prototypowania w zakresie weryfikacji wirtualnego prototypowania.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Metody wytwarzania prototypów i serii prototypowych. Generatywne technologie wytwarzania. Technologie szybkiego prototypowania.  
C2. Szybkie prototypowanie wyrobów z tworzyw sztucznych, metali i ceramiki.  
C3. Technologie szybkiego wytwarzania narzędzi.  
C4. Szybkie wytwarzanie wyrobów gotowych.  
C5. Technologie generatywne w zastosowaniach medycznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student powinien rozróżniać różne urządzenia z zakresu technologii szybkiego prototypowania i scharakteryzować ich najważniejsze cechy użytkowe

PEK\_W02 - Student powinien optymalnie dobrać i zaproponować odpowiednią technologię szybkiego prototypowania do założeń i wymagań stawianych nowym produktom pod kątem weryfikacji fizycznej

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Student powinien umieć prawidłowo prowadzić proces rozwoju produktu w zakresie jego weryfikacji fizycznej, oceny użytkowej i jakościowej

PEK\_U02 - Student powinien umieć zaproponować założenia konstrukcyjne nowego produktu, zaprojektować i zastosować odpowiednie narzędzia inżynierskie pod kątem technologii wytwarzania

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Świadomość roli inżyniera produktu w procesie planowania produkcji i potrzeby odpowiedzialności oraz zaangażowania w procesie rozwoju nowego produktu w przedsiębiorstwie

PEK\_K02 - Świadomość prawnych i biznesowych aspektów i skutków działalności inżynierskiej w obszarze rozwoju nowego produktu

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Rodzaje i zastosowania prototypów fizycznych. Metody wytwarzania prototypów i serii prototypowych. Technologie przyrostowe i warstwowe	2
Wy2	Technologie szybkiego prototypowania (Rapid Prototyping) - modele koncepcyjne i wzorcowe	2
Wy3	Technologie szybkiego prototypowania (Rapid Prototyping) - modele funkcjonalne na bazie tworzyw sztucznych I	2
Wy4	Technologie szybkiego prototypowania (Rapid Prototyping) - modele funkcjonalne na bazie tworzyw sztucznych II	2
Wy5	Technologie szybkiego prototypowania (Rapid Prototyping) - modele funkcjonalne na bazie metali I	2
Wy6	Technologie szybkiego prototypowania (Rapid Prototyping) - modele funkcjonalne na bazie metali II	2

Wy7	Technologie szybkiego wytwarzania narzędzi (Rapid Tooling) - klasyfikacja i podział	2
Wy8	Technologie szybkiego wytwarzania narzędzi (Rapid Tooling) - wytwarzanie serii prototypowych z tworzyw sztucznych	2
Wy9	Technologie szybkiego wytwarzania narzędzi (Rapid Tooling) - wytwarzanie serii prototypowych z metali	2
Wy10	Praktyczne przykłady zastosowania Technologii szybkiego prototypowania i wytwarzania narzędzi do zastosowań przemysłowych	2
Wy11	Szybkie wytwarzanie wyrobów gotowych (Rapid Manufacturing) - zastosowania przemysłowe	2
Wy12	Szybkie wytwarzanie wyrobów gotowych (Rapid Manufacturing) - zastosowania nieprzemysłowe	2
Wy13	Innowacyjne Technologie Wytwarzania w zastosowania medycznych - fantomy i pomoce chirurgiczne	2
Wy14	Innowacyjne Technologie Wytwarzania w zastosowania medycznych - implanty i scaffoldy	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Technologie szybkiego prototypowania (Rapid Prototyping) - modele koncepcyjne	3
Lab2	Technologie szybkiego prototypowania (Rapid Prototyping) - modele funkcjonalne na bazie tworzyw sztucznych	2
Lab3	Technologie szybkiego prototypowania (Rapid Prototyping) - modele funkcjonalne na bazie metali	2
Lab4	Technologie szybkiego wytwarzania narzędzi (Rapid Tooling) - wytwarzanie serii prototypowych z tworzyw sztucznych	2
Lab5	Technologie szybkiego wytwarzania narzędzi (Rapid Tooling) - wytwarzanie serii prototypowych z metali	2
Lab6	Szybkie wytwarzanie wyrobów gotowych (Rapid Manufacturing)	2
Lab7	Innowacyjne Technologie Wytwarzania w zastosowania medycznych	2
		Suma: 15
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Opracowanie założeń koncepcyjnych przykładowych nowych produktów wytwarzanych technologiami przyrostowymi - dokładność STL'a	3
Proj2	Analiza i ocena funkcjonalna rozwiązań koncepcyjnych nowych produktów wytwarzanych technologiami przyrostowymi zaprojektowanych pod kątem technologii konwencjonalnej - Konstrukcje spawane	2
Proj3	Analiza i ocena funkcjonalna rozwiązań koncepcyjnych nowych produktów wytwarzanych technologiami przyrostowymi zaprojektowanych pod kątem technologii konwencjonalnej - Konstrukcje blaszane	2

Proj4	Analiza i ocena funkcjonalna rozwiązań koncepcyjnych nowych produktów wytwarzanych technologiami przyrostowymi zaprojektowanych pod kątem technologii konwencjonalnej - Konstrukcje odlewane	2
Proj5	Analiza i ocena funkcjonalna rozwiązań koncepcyjnych nowych produktów wytwarzanych technologiami przyrostowymi zaprojektowanych pod kątem technologii konwencjonalnej - Konstrukcje formowania wtryskowego	2
Proj6	Analiza i weryfikacja wirtualna modeli konstrukcyjnych CAD 3D nowych produktów	2
Proj7	Weryfikacja fizyczna, ocena funkcjonalna i jakościowa wytworzonych prototypów nowych produktów	2
		Suma: 15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład informacyjny  
N2. prezentacja multimedialna  
N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
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_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_W01, PEK_W02	Kartkówka
P = F		

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_K01, PEK_K02	Ocena i obrona przygotowanego projektu
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u> E. Chlebus, tytuł: Techniki komputerowe CAX w inżynierii produkcji, wydawnictwo: WNT, rok: 2000</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u> E. Chlebus, T. Boratynski, B. Dybała, M. Frankiewicz, P. Kolinka, tytuł: Innowacyjne technologie Rapid Prototyping - Rapid Tooling w rozwoju produktu, wydawnictwo: Oficyna Wydawnicza PWR, rok: 2003</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr inż. Tomasz Boratynski tel.: 28-40 email: tomasz.boratynski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Innowacyjne technologie wytwarzania**

Name in English: **Innovative manufacturing technologies**

Main field of study (if applicable): **Management and Manufacturing Engineering**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **ZPM041022, 1028 (2020)**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15	15	
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					

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

1. Student will be acquainted with modern methods of computer aided technologies supporting product development - those were the main subject of the course of Product Development Technologies during earlier studies
2. Issues of concept design, construction in 2D and 3D, especially computer modeling directed at different manufacturing technologies
3. Basic information on technologies of rapid prototyping as a verifying tool in virtual prototyping

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Methods of manufacturing prototypes and prototype series. Additive Manufacturing Technologies. Rapid Prototyping
- C2. Rapid Prototyping of products made of polymers, metals and ceramics
- C3. Rapid Tooling
- C4. Rapid Manufacturing
- C5. Medical applications of additive manufacturing technologies

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Student should recognize machines for rapid prototyping and characterize their basic usability features

PEK\_W02 - Student should know how to optimally select and propose appropriate rapid prototyping technology based on requirements for new products which are to be verified physically

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Student should perform a product development process optimized for its physical verification and evaluation for function and quality

PEK\_U02 - Student should be able to propose construction assumptions for a new product and design using proper engineering tools, based on a chosen manufacturing technology

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Awareness of the role of a product engineer in the process of production planning and the need for responsibility and engagement in new product development in a company

PEK\_K02 - Awareness of legal and business aspects and effects of engineering activities in the area of new product development

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Types and applications of physical prototypes. Manufacturing methods.	2
Lec2	Rapid Prototyping technologies - concept models and reference models	2
Lec3	Technologies of Rapid Prototyping - functional models made of polymers	2
Lec4	Technologies of Rapid Prototyping - functional models made of polymers	2
Lec5	Technologies of Rapid Prototyping - functional models made of metals	2
Lec6	Technologies of Rapid Prototyping - functional models made of metals	2
Lec7	Technologies of Rapid Tooling - classification	2
Lec8	Technologies of Rapid Tooling	2
Lec9	Technologies of Rapid Tooling - manufacturing prototype series of metals	2

Lec10	Practical examples of the application of Rapid prototyping technology and tool manufacturing for industrial applications	2
Lec11	Technologies of Rapid Manufacturing	2
Lec12	Technologies of Rapid Manufacturing	2
Lec13	Innovative Manufacturing Technologies in medical applications - phantoms and surgical aids	2
Lec14	Innovative Manufacturing Technologies in medical applications - implants and scaffolds	2
Lec15	Final test	2
		Total hours: 30
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Technologies of Rapid Prototyping - concept models	3
Lab2	Technologies of Rapid Prototyping - functional models made of polymers	2
Lab3	Technologies of Rapid Prototyping - functional models made of metals	2
Lab4	Technologies of Rapid Tooling - manufacturing prototype series of polymers	2
Lab5	Technologies of Rapid Tooling - manufacturing prototype series of metals	2
Lab6	Technologies of Rapid Manufacturing	2
Lab7	Innovative Manufacturing Technologies in medical applications	2
		Total hours: 15
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Development of conceptual assumptions for example new products manufactured with additive technologies - STL accuracy	3
Proj2	Analysis and functional evaluation of conceptual solutions for new products manufactured with additive technologies designed in terms of conventional technology - Welded structures	2
Proj3	Analysis and functional evaluation of conceptual solutions for new products manufactured with additive technologies designed in terms of conventional technology - Sheet metal structures	2
Proj4	Analysis and functional evaluation of concept solutions for new products manufactured with additive technologies designed in terms of conventional technology - Cast structures	2
Proj5	Analysis and functional evaluation of concept solutions of new products manufactured with additive technologies designed for conventional technology - Injection molding structures	2
Proj6	Analysis and virtual verification of CAD design models of new products	2
Proj7	Physical verification, functional and quality evaluation of manufactured prototypes of new products	2
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED		
N1. informative lecture N2. multimedia presentation N3. self study - preparation for laboratory class 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_W02	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_W01, PEK_W02	short test
P = F		

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_K01, PEK_K02	Assessment and defense of the prepared project
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

E. Chlebus, tytuł: Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji, wydawnictwo: WNT, rok: 2000

SECONDARY LITERATURE

E. Chlebus, T. Boratynski, B. Dybała, M. Frankiewicz, P. Kolinka, tytuł: Innowacyjne technologie Rapid Prototyping - Rapid Tooling w rozwoju produktu, wydawnictwo: Oficyna Wydawnicza PWr, rok: 2003

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Tomasz Boratyński tel.: 28-40 email: tomasz.boratynski@pwr.edu.pl