

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Inżynieria odwrotna**

Nazwa w języku angielskim: **Reverse Engineering**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Production Management**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **ZPM041414 (2020)**

Grupa kursów: **nie**

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

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

1. Student posiada podstawową wiedzę w zakresie konstrukcji maszyn i technologii wytwarzania.
2. Student posiada wiedzę w zakresie modelowania komputerowego CAD.
3. Student posiada wiedzę z metrologii wielkości geometrycznych.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Przekazanie studentom wiedzy na temat obszarów aplikacyjnych inżynierii odwrotnej.
- C2. Zapoznanie studentów z metodami skanowania 3D i rekonstrukcji modeli CAD 3D obiektów fizycznych.
- C3. Wykształcenie u studentów umiejętności stosowania danych ze skanowania 3D w ocenie dokładności geometrycznej produktów i projektowaniu nowych wyrobów.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student jest w stanie zdefiniować inżynierię odwrotną i opisać jej podstawowe zastosowania.

PEK\_W02 - Student potrafi scharakteryzować proces rekonstrukcji modelu CAD.

PEK\_W03 - Student potrafi dobierać metody skanowania 3D w zależności od rodzaju przedmiotu poddawanego digitalizacji.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Student potrafi ocenić dane z procesu skanowania 3D i przeprowadzić podstawowe zabiegi edycyjne.

PEK\_U02 - Student umie przeprowadzić proces porównania modelu ze skanowania 3D z danymi CAD.

PEK\_U03 - Student potrafi zastosować dane ze skanera 3D do zaprojektowania nowego wyrobu.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do tematyki przedmiotu. Obszary aplikacyjne inżynierii odwrotnej.	2
Wy2	Stykowe metody akwizycji danych. Tomografia techniczna i medyczna.	2
Wy3	Optyczne metody akwizycji danych.	2
Wy4	Podstawowe metody rekonstrukcji modeli CAD w inżynierii odwrotnej	2
Wy5	Zaawansowane metody rekonstrukcji. Ocena dokładności w inżynierii odwrotnej.	2
Wy6	Niekomercyjne systemy do skanowania 3D - możliwości aplikacyjne, ocena dokładności. Prezentacja wybranego urządzenia.	2
Wy7	Case study	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
		Suma: 15
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie do zajęć. Prezentacja skanerów 3D. Skanowanie 3D wybranego przedmiotu.	2
Lab2	Zapoznanie z interfejsem programu komputerowego. Import i podstawowe zabiegi edycyjne danych z procesu skanowania 3D.	2
Lab3	Orientacja modeli w przestrzeni, funkcja best-fit. Porównanie dwóch modeli i generowanie mapy odchyłek.	2
Lab4	Zaawansowane funkcje inspekcyjne.	2
Lab5	Rekonstrukcja modelu CAD z użyciem danych z procesu skanowania (przygotowanie danych, modelowanie CAD).	4
Lab6	Rekonstrukcja modelu CAD z użyciem danych z procesu skanowania (ocena wyniku).	2
Lab7	Zajęcia zaliczeniowe	1

	Suma: 15
--	----------

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
---------------------------------

N1. prezentacja multimedialna  
 N2. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
 N3. case study  
 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_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	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] GOM Inspect Manual - Basic

[2] GOM Inspect Manual - Advanced

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] Savio E., De Chiffre L., Schmitt R. "Metrology of freeform shaped parts". CIRP Annals – Manufacturing Technology. 56, 2 (2007): s. 810–835.

[2] Wang J., Gu D., Yu Z., Tan Ch., Zhou L. "A framework for 3D model reconstruction in reverse engineering". Computers & Industrial Engineering. 63 (2012): s. 1189–1200

[3] Ameen W., Al-Ahmari A.M., Mian S.H. "Evaluation of handheld scanners for automotive applications". Applied Sciences. 8 (2018), 217

[4] Gapinski B., Wieczorowski M., Marciniak-Podsadna L., Dybala B., Ziolkowski G. "Comparison of different methods of measurement geometry using CMM, optical scanner and computed tomography 3D". Procedia Engineering. 69 (2014): s. 255–262

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Tomasz Będzka tel.: 71 320 42 08 email: tomasz.bedza@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Inżynieria odwrotna**

Name in English: **Reverse Engineering**

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

Specialization (if applicable): **Production Management**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **ZPM041414 (2020)**

Group of courses: **no**

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

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

1. Student has a basic knowledge of machine design and manufacturing technologies.
2. Student has a knowledge of Computer Aided Design (CAD).
3. Student has a knowledge of geometrical metrology.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Providing students with knowledge of application areas of reverse engineering.
- C2. Providing students with knowledge of methods of 3D scanning and reconstructions of 3D CAD models of physical objects.
- C3. Producing in students the ability of applying data from 3D scanning in the evaluation of the geometrical accuracy of products and in designing new products.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Student jest w stanie zdefiniować inżynierię odwrotną i opisać jej podstawowe zastosowania.

PEK\_W02 - Student is able to characterize the process of reconstruction of the CAD model.

PEK\_W03 - Student is able to choose a 3D scanning method depending on the type of the object to be digitized.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Students can evaluate the data from 3D scanning and perform basic editing operations.

PEK\_U02 - Student can perform the process of comparison a model from 3D scanning with CAD data.

PEK\_U03 - Student is able to use data from a 3D scanner to design a new product.

### III. Relating to social competences:

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction. Application areas of reverse engineering.	2
Lec2	Contact methods of data acquisition . Technical and medical tomography.	2
Lec3	Optical methods of data acquisition.	2
Lec4	Basic methods of reconstructing of CAD models in reverse engineering.	2
Lec5	Advanced reconstruction methods. Assessment of accuracy in reverse engineering.	2
Lec6	Non-commercial 3D scanning systems - application areas, assessment of accuracy. Presentation of a selected device.	2
Lec7	Case study.	2
Lec8	Final test.	1
		Total hours: 15
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction. Presentation of 3D scanners. 3D scanning of a selected object.	2
Lab2	Learning the program interface. Import and basic editing operations on 3D scanning data.	2
Lab3	Orientation of models in space, best-fit function. Comparison of two models, and generating deviation maps.	2
Lab4	Advanced inspection functions.	2
Lab5	Reconstruction of CAD model using data from scanning process (data preparation, CAD modelling).	4
Lab6	Reconstruction of CAD model using data from scanning process (result assessment).	2

Lab7	Assessment	1
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED		
N1. multimedia presentation N2. traditional lecture with the use of transparencies and slides N3. case study 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_W02, 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_U02, PEK_U03	laboratory report
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

[1] GOM Inspect Manual - Basic

[2] GOM Inspect Manual - Advanced

### SECONDARY LITERATURE

[1] Savio E., De Chiffre L., Schmitt R. "Metrology of freeform shaped parts". CIRP Annals – Manufacturing Technology. 56, 2 (2007): s. 810–835.

[2] Wang J., Gu D., Yu Z., Tan Ch., Zhou L. "A framework for 3D model reconstruction in reverse engineering". Computers & Industrial Engineering. 63 (2012): s. 1189–1200

[3] Ameen W., Al-Ahmari A.M., Mian S.H. "Evaluation of handheld scanners for automotive applications". Applied Sciences. 8 (2018), 217

[4] Gapinski B., Wieczorowski M., Marciniak-Podsadna L., Dybala B., Ziolkowski G. "Comparison of different methods of measurement geometry using CMM, optical scanner and computed tomography 3D". Procedia Engineering. 69 (2014): s. 255–262

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Tomasz Będzka tel.: 71 320 42 08 email: tomasz.bedza@pwr.edu.pl