

## 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): **Organizacja Produkcji**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **ZPM042207 (2020)**

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. 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. Optyczne metody akwizycji danych.                  | 2             |
| Wy3                        | Podstawowe metody rekonstrukcji modeli CAD w inżynierii odwrotnej.  | 2             |
| Wy4                        | Zaawansowane metody rekonstrukcji. Ocena dokładności w inżynierii odwrotnej.  | 2             |
| Wy5                        | Niekomercyjne systemy do skanowania 3D. Case study. Kolokwium zaliczeniowe  | 2             |
|                            |   | Suma: 10      |
| 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                       | Rekonstrukcja modelu CAD z użyciem danych z procesu skanowania (przygotowanie danych, modelowanie CAD).               | 2             |
| Lab5                       | Rekonstrukcja modelu CAD z użyciem danych z procesu skanowania (ocena wyniku). Zajęcia zaliczeniowe                   | 2             |
|                            |   | Suma: 10      |

## 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): **Manufacturing Management**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **ZPM042207 (2020)**

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. 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 is able to define reverse engineering and describe its basic applications.

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. Optical methods of data acquisition. | 2               |
| Lec3                         | Basic methods of reconstructing of CAD models in reverse engineering.                                       | 2               |
| Lec4                         | Advanced reconstruction methods. Assessment of accuracy in reverse engineering.                             | 2               |
| Lec5                         | Non-commercial 3D scanning systems. Case study. Final test  | 2               |
|                              |   | Total hours: 10 |
| 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                         | Reconstruction of CAD model using data from scanning process (data preparation, CAD modelling).             | 2               |
| Lab5                         | Reconstruction of CAD model using data from scanning process (result assessment). Assessment                | 2               |
|                              |   | Total hours: 10 |

| TEACHING TOOLS USED  |  |  |
|--|--|--|
| N1. multimedia presentation<br>N2. traditional lecture with the use of transparencies and slides<br>N3. case study<br>N4. self study - preparation for laboratory class<br>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