

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Współrzędnościowa technika pomiarowa**
Nazwa w języku angielskim: **Coordinate measuring technique**
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**
Poziom i forma studiów: **I stopień, stacjonarne**
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**
Kod przedmiotu: **RAM031226**
Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|--------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | 15 | | |
| 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) | 0.6 | | 0.7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma podstawową wiedzę w zakresie matematyki i fizyki na poziomie szkoły ponadgimnazjalnej.
2. Posiada umiejętność odczytywania rysunków i schematów zawartych w dokumentacji technicznej. Posiada podstawową wiedzę w zakresie konstrukcji i technik wytwarzania elementów maszyn.
3. Posiada podstawową wiedzę w zakresie podstaw metrologii wielkości długości i kąta.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy o istocie pomiarów współrzędnościowych
C2. Nabycie wiedzy na temat rodzajów i właściwości sprzętu wykorzystywanego do pomiaru w technice współrzędnościowej
C3. Zdobywanie podstawowych umiejętności posługiwania się sprzętem wykorzystującym technikę współrzędnościową.
C4. Zdobywanie umiejętności w zakresie analizy przydatności maszyn do realizacji zadań pomiarowych, analizy wyników pomiarów, oceny błędów pomiarów i sposobu wyrażania niepewności pomiarowej.
C5. Umiejętność wyszukiwania istotnych informacji oraz ich krytyczna analiza.
C6. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną, polegającą na współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów technicznych.
Odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu pomiarowym.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi posługiwać się sprzętem pomiarowym wykorzystującym techniką współrzędnościową do pomiarów. Umie wyznaczyć wartości tolerancji cech geometrycznych na podstawie informacji zawartych w dokumentacji technicznej w zależności od tolerowanej wielkości. Umie interpretować oznaczenia cech geometrycznych wykorzystywanych w pomiarach.

PEK_U02 - Potrafi korzystać w podstawowym zakresie z urządzeń wykorzystujących technikę współrzędnościową do pomiaru wielkości geometrycznych. Umie dokonać doboru odpowiedniego sprzętu pomiarowego oraz dokonać jego konfiguracji w zależności od postawionego zadania pomiarowego.

PEK_U03 - Potrafi napisać w podstawowym zakresie program na maszynie współrzędnościowej dla pomiaru podstawowych cech geometrycznych.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Wyszukiwanie informacji oraz ich krytyczna analiza

PEK_K02 - Zespołowa współpraca dotycząca doskonalenia metod wyboru strategii pomiarowej mająca na celu optymalne rozwiązanie powierzonej grupie problemów pomiarowych.

PEK_K03 - Obiektywne ocenianie argumentów, racjonalne tłumaczenie i uzasadnianie własnego punktu widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu metrologii

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Podstawowe pojęcia techniki pomiarów. | 2 |
| Wy2 | Istota pomiarów współrzędnościowych. | 2 |
| Wy3 | Błędy w procesie pomiarowym, wybrane zagadnienia ze statystyki. | 2 |
| Wy4 | Podzespoły współrzędnościowych maszyn pomiarowych i ich funkcje. | 2 |
| Wy5 | Klasyfikacja maszyn wykorzystujących technikę współrzędnościowych. | 2 |
| Wy6 | Strategia pomiaru, prawidłowe mocowanie wyrobu. | 3 |

| | | |
|----------------------------|---|---------------|
| Wy7 | Oprogramowanie pomiarowe – przegląd. | 3 |
| Wy8 | Omówienie wybranych procedur pomiarowych 2D. | 2 |
| Wy9 | Omówienie wybranych procedur pomiarowych 3D. | 2 |
| Wy10 | Symulacja procesu pomiarowego i zasady pracy z modelami CAD w wybranych środowiskach programistycznych. | 2 |
| Wy11 | Źródła błędów w pomiarach na maszynie współrzędnościowej. | 2 |
| Wy12 | Metody badania dokładności głowic pomiarowych. | 2 |
| Wy13 | Dokładność maszyn pomiarowych i metody ich atestacji. | 2 |
| Wy14 | Sposoby zapobiegania błędom w pomiarach na maszynach współrzędnościowych. | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Pomiary w układach 2D. | 2 |
| Lab2 | Pomiary na maszynie współrzędnościowej pomiarowej (CMM) i układy paletowe mocowania wyrobu. | 3 |
| Lab3 | Programowanie OFF- LINE maszyn CMM. | 2 |
| Lab4 | Programowanie ON- LINE maszyn CMM. | 2 |
| Lab5 | Programowanie maszyn CMM – symulacja procesu pomiarowego wymiarów liniowych i kątowych. | 2 |
| Lab6 | Programowanie maszyn CMM – symulacja procesu pomiarowego odchyłek kształtu i położenia | 2 |
| Lab7 | Programowanie maszyn CMM – symulacja optymalizacja zadań pomiarowych. | 2 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. eksperyment laboratoryjny
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_W02; PEK_W03; PEK_K01; PEK_K02; 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_U02; PEK_U03; PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03; | sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych, kartkówka, odpowiedzi ustne |

P = F1

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

[1] Ratajczyk E.: "Współrzędnościowa technika pomiarowa". Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2005[2] Jakubiec W., Malinowski J.: "Metrologia wielkości geometrycznych". WNT, Warszawa 2007.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] Humienny Z. i inni: "Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS)". WNT, Warszawa 2004[2] Adamczak S., Makiela W.: " Metrologia w budowie maszyn. Zadania z rozwiązaniami. Wydanie II, zmienione". WNT, Warszawa 2007.[3] Adamczak S., Makiela W.: "Pomiary geometryczne powierzchni". WNT, Warszawa 2009.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Marek Kuran tel.: 27-28 email: marek.kuran@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Współrzędnościowa technika pomiarowa**

Name in English: **Coordinate measuring technique**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **RAM031226**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|---------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | | | 15 | | |
| 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 | 0.6 | | 0.7 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has a basic knowledge of mathematics and physics at secondary school level
2. Student has basic knowledge in the design of machine elements. It has a basic knowledge of manufacturing techniques of machine parts.
3. Student has basic knowledge in the linear and angular dimensions metrology

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Achievement of knowledge about the essence of CMM
- C2. Achievement of knowledge about types and properties of equipment used to measure in coordinate technology
- C3. Achievement of basic ability to use equipment that uses technology coordinate.
- C4. Gaining skills in analyzing the suitability of equipment to perform the tasks of measuring, analyzing test results, evaluation of measurement errors and the expression of measurement uncertainty.
- C5. The ability to find relevant information and their critical analysis.
- C6. Achievement and consolidation of social skills including emotional intelligence, involving the cooperation among students aiming to effectively solve technical problems. Responsibility, honesty and reliability in measurement procedure.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Can use measuring equipment which uses coordinate measuring technique. He can set the tolerance of geometric features on the basis of information contained in the technical documentation, depending on the acceptable size. He can interpret the markings of geometric features used in the measurements.

PEK_U02 - He can use a basic knowledge of the equipment using the technique to measure the quantity of coordinate geometry. He can make the selection of appropriate test equipment and set it up depending on the task measuring.

PEK_U03 - He can write a basic knowledge of the program on the machine coordinate for the calculation of basic geometric features.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Search for information and their critical analysis.

PEK_K02 - Team collaboration on improving the method of selection of measurement strategies aimed at optimal solution entrusted to a group of test problems.

PEK_K03 - Objective evaluation of arguments, the rational justification of translation and his own point of view using the knowledge of metrology

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Basic concepts of measurement techniques. | 2 |
| Lec2 | The essence of CMM. | 2 |
| Lec3 | Errors in the measurement process, selected topics in statistics. | 2 |
| Lec4 | CMM components and their functions. | 2 |
| Lec5 | Classification technique using CMM machines. | 2 |
| Lec6 | Measurement strategy, secure fastening device. | 3 |
| Lec7 | Software measurement - a review. | 3 |

| | | |
|------------------------------|---|-----------------|
| Lec8 | Discussion of selected 2D measurement procedures. | 2 |
| Lec9 | Some specific procedures for 3D measurements. | 2 |
| Lec10 | Simulation of the measurement process and the principles of working with CAD models in some programming environments. | 2 |
| Lec11 | Sources of error in the measurement of the CMM. | 2 |
| Lec12 | Methods of testing the accuracy of the measuring heads. | 2 |
| Lec13 | The accuracy of the measuring equipment and methods of validation. | 2 |
| Lec14 | Ways to prevent errors in the measurements on CMMs. | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | Measure in 2D. | 2 |
| Lab2 | The measurements on the CMM measuring and integrated pallet clamping device. | 3 |
| Lab3 | Off-line programming CMMs. | 2 |
| Lab4 | Programming on-line CMM. | 2 |
| Lab5 | CMM programming - simulation of measuring linear and angular dimensions. | 2 |
| Lab6 | CMM programming - simulation of the measurement process form and position | 2 |
| Lab7 | CMM programming - simulation optimization of measurement tasks. | 2 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|---|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. laboratory experiment 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_W02; PEK_W03; PEK_K01; PEK_K02; 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_U01; PEK_U02; PEK_U03; PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03; | report on laboratory exercises, test, oral answer |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

[1] Ratajczyk E.: "Współrzędnościowa technika pomiarowa". Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2005[2] Jakubiec W., Malinowski J.: "Metrologia wielkości geometrycznych". WNT, Warszawa 2007.

SECONDARY LITERATURE

[1] Humienny Z. i inni: "Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS)". WNT, Warszawa 2004[2] Adamczak S., Makiela W.: "Metrologia w budowie maszyn. Zadania z rozwiązaniami. Wydanie II, zmienione". WNT, Warszawa 2007.[3] Adamczak S., Makiela W.: "Pomiary geometryczne powierzchni". WNT, Warszawa 2009.

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Marek Kuran tel.: 27-28 email: marek.kuran@pwr.edu.pl