

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: A

Stopień studiów: I

Specjalności: Sterowanie i monitoring maszyn i urządzeń

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Metrologia i specyfikacja geometryczna wyrobu
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM AIR oIS A29 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty ogólne
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	5

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
5	15	0	30	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zaznajomienie z podstawami teoretycznymi metrologii, analizy statystycznej wyników pomiaru oraz produkcji, analizy niepewności pomiaru, podstawowymi technikami miernictwa warsztatowego, metod pomiaru geometrii powierzchni Zaznajomienie z koncepcją Współrzędnościowej Techniki Pomiarowej

Cel 2 Nabycie umiejętności: - wykonywania pomiarów przyrządami warsztatowymi, - przeprowadzania analiz statystycznych otrzymanych wyników, - statystycznej oceny produkcji (SPC), - doboru narzędzi pomiarowych

oraz ich oceny systemów pomiarowych (R&R) - wykonania prostych pomiarów z wykorzystaniem Współrzędnościowego Ramienia Pomiarowego

Cel 3 Zapoznanie z zasadami Specyfikacji Geometrii Wyrobu, interpretacji oznaczeń, komputerowego wspomaganie tolerowania i weryfikacji

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wiedza z zakresu matematyki i fizyki - znajomość rachunku prawdopodobieństwa, statystyki - znajomość pochodnych, różniczki zupełnej - znajomość podstawowych zależności fizycznych z mechaniki ciała stałego i termodynamiki

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Posiada wiedzę z zakresu: - podstawowej analizy statystycznej i teorii błędów, niepewności, statystycznej kontroli produkcji, doboru narzędzi pomiarowych GR&R - znajomość podstawowych narzędzi pomiarowych dla charakterystyk geometrycznych, - Współrzędnościowej Techniki Pomiarowej

EK2 Umiejętności Potrafi: - wyznaczyć niepewność pomiaru - dobrać odpowiednie narzędzia do wskazanych zadań pomiarowych - obsługiwać warsztatowe przyrządy pomiarowe (suwmiarka, mikrometr, wysokościomierz, mikroskop, profilometr) - wykonać podstawowe pomiary współrzędnościowe przy wykorzystaniu ramienia pomiarowego - ocenić system pomiarowy - ocenić statystycznie produkcję

EK3 Kompetencje społeczne Potrafi pracować w zespole, współpracować z kolegami

EK4 Wiedza Zna podstawowe oznaczenia GPS i ich interpretacje.

EK5 Umiejętności Potrafi: - Prawidłowo zinterpretować rysunek techniczny - Opisać rysunek dysponując warunkami początkowymi

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Specyfikacja Geometrii Wyrobu: Projekt wstępny specyfikacji wymiarowej i doboru tolerancji geometrycznych prostych: okrągłości, walcowości, płaskości i prostoliniowości.	7
P2	Specyfikacja Geometrii Wyrobu: Projekt pełnej specyfikacji technicznej wyrobu, specyfikacja geometryczna i metrologiczna. Komputerowo wspomagane tolerowanie i sprawdzanie.	8

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Metrologia i jej podział. Układ SI. Podstawy teorii pomiarów.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W2	Podział i analiza błędów. Metody szacowania niepewności pomiarów. Metody statystyczne w zapewnieniu jakości.	2
W3	Przykłady narzędzi pomiarowych wielkości geometrycznych: wzorce, sprawdziany, urządzenia pomiarowe	2
W4	Mikro- i makrogeometria powierzchni. Metody i sposoby oceny .	2
W5	Współrzędnościowa Technika Pomiarowa	2
W6	Specyfikacja Geometrii Wyrobu: Model geometryczny. Elementy geometryczne. Ogólna koncepcja wymiaru zewnętrznego i wewnętrznego. Układy tolerancji i pasowań ISO Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu Bazy, elementy bazowe i odwzorowania elementów bazowych. Tolerancje kierunku, położenia, kształtu wyznaczonego zarysu lub powierzchni, bicia. Tolerancje kątów i stożków. Tolerancje ogólne. Kontrola odchylek wymiarowych i geometrycznych. Komputerowo wspomagane tolerowanie i sprawdzanie.	5

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Analiza dokumentacji technicznej i dobór przyrządów pomiarowych. Pomiary wymiarów uniwersalnymi przyrządami pomiarowymi.	2
L2	Analiza statystyczna i opracowanie wyników pomiarów seryjnych . Weryfikacja rozkładu normalnego. Test 2. Przeprowadzanie testów statystycznych dla dwóch populacji (test t dla średnich, test F)	2
L3	Wyznaczanie niepewności pomiaru. Opracowywanie budżetu błędów. Zastosowanie metody typy A i B w szacowaniu niepewności standardowych. Wyznaczanie niepewności standardowej złożonej, współczynnika rozszerzenia k. Wyznaczanie niepewności rozszerzonej. Przedstawianie wyników pomiaru.	4
L4	Zastosowanie metod i przyrządów optycznych do kontroli wymiarowej.	2
L5	Zastosowanie metod i przyrządów stykowych do kontroli wymiarowej.	2
L6	Ocena chropowatości i faliści powierzchni.	2
L7	Pomiary odchylek kształtu.	2
L8	Pomiary części przemysłowych	4
L9	Statystyczna kontrola procesu (SPC)	2
L10	Wyznaczanie charakterystyki błędów wybranego przyrządu pomiarowego	2
L11	Badanie zdolności systemów pomiarowych metodą GR&R.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L12	Zastosowanie współrzędnościowych maszyn i ramion pomiarowych do kontroli tolerancji geometrycznych.	4

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Prezentacje multimedialne

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Konsultacje

N5 Praca w grupach

N6 Wykłady

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	0
Egzaminy i zaliczenia w sesji	4
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	16
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	100
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Projekt zespołowy

OCENA PODSUMOWUJĄCA**P1** Kolokwium**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Uzyskanie ocen pozytywnych formujących**W2** Uzyskanie oceny pozytywnej podsumowującej**W3** Ocena 3**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Poniżej 55% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.0	od 55% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	od 64% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	od 73% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	od 82% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	od 91 % Zakresu: Szeroka i szczegółową wiedzę z zakresu: - podstaw metrologii: rodzaje wzorców, sprawdzianów, system jednostek SI, spójności pomiarowej - analizy statystycznej i teorii błędów : rozkładów prawdopodobieństwa (dyskretnych i ciągłych min. Gaussa, Bernuliego, Poissona, Weibula) i ich zastosowanie, metod oceny populacji (parametry położenia i rozrzutu), testów statystycznych (t-studenta dla wartości średnich, F,) postępowania i możliwości ich zastosowania, interpretacji wyników, błędu systematycznego i przypadkowego, metod ich wyznaczania, propagacji błędów przypadkowych, wyznaczenie błędu pośredniego metodą różniczki zupełnej, analizy niepewności pomiaru metod wyznaczania niepewności standardowej, wyznaczania niepewności standardowej złożonej wyznaczania parametru rozszerzenia k - budowa i zastosowanie, zasady pomiaru warsztatowych przyrządów pomiarowych (suwmiarka, mikrometr, wysokościomierz, mikroskop, profilometr, przyrząd do pomiaru okrągłości) - Zasad doboru narzędzi pomiarowych, postępowania dla testu GR&R i interpretacji uzyskanych wyników - zasad statystycznej kontroli produkcji, rodzajów parametrów statystycznych cp, cpk, interpretacji uzyskanych wyników - Podstaw Współrzędnościowej Techniki Pomiarowej: korekcja promieniowa końcówki pomiarowej, idea pomiaru współrzędnościowego, budowa Współrzędnościowej Maszyny Pomiarowej, Współrzędnościowego Ramienia pomiarowego, zasady pomiaru prostych elementów geometrycznych, wyznaczanie relacji pomiędzy zmierzonymi elementami (odległości, kąty, symetrie, rzutowania, przecięcia, konstrukcje elementów geometrycznych z elementów wcześniej zmierzonych) - znajomość podstawowych narzędzi pomiarowych dla charakterystyk geometrycznych, - Współrzędnościowej Techniki Pomiarowej
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Poniżej 55% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.0	od 55% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0

NA OCENĘ 3.5	od 64% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	od 73% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	od 82% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	od 91% Zakresu Student potrafi samodzielnie: - wyznaczyć niepewność pomiaru: wskazać główne źródła niepewności pomiaru, wyznaczyć niepewność standardową złożoną oraz rozszerzoną - obsługiwać warsztatowe przyrządy pomiarowe (suwmiarka, mikrometr, wysokościomierz, mikroskop, profilometr) - wykonać podstawowe pomiary współrzędnościowe przy wykorzystaniu ramienia pomiarowego - dobrać odpowiednie narzędzie pomiarowe do wskazanego zadania pomiarowego, przedstawić zalety i wady tego rozwiązania - przeprowadzić test GR&R, i na podstawie wyników dokonać właściwej interpretacji - opracować kartę X-R, wskazać charakterystyczne przebiegi (RUN, TREND, M. THIRD) dokonać właściwej interpretacji, ocenić produkcję na podstawie wartości parametrów cp i cpk, wyznaczyć podstawowe parametry statystyczne (położenia i rozrzutu), przeprowad
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Nie wykonuje poleceń, przeszkadza w prowadzeniu zajęć, zachowaniem zagraża bezpieczeństwu własnemu, osób postronnych lub sprzętowi laboratoryjnemu
NA OCENĘ 3.0	Współpracuje z osobami z zespołu na dostatecznym poziomie, nie wykazuje inicjatywy, wypełnia polecenia z dużą pomocą prowadzącego
NA OCENĘ 3.5	Wykonuje polecenia przy asyście prowadzącego, współpracuje w zespole
NA OCENĘ 4.0	Wykonuje polecenia samodzielnie, współpracuje w zespole
NA OCENĘ 4.5	Wychodzi z inicjatywą, wykonuje polecenia samodzielnie, współpracuje w zespole
NA OCENĘ 5.0	Wychodzi z inicjatywą, wykonuje polecenia samodzielnie, pozytywnie inspiruje innych w zakresie przedmiotu
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	poniżej 55% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.0	od 55% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	od 64% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	od 73% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	od 82% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	od 91% Zakresu: Szeroka i szczegółową wiedzę z zakresu: - Elementów geometrycznych, rodzajów wymiarów, układów tolerancji i pasowań ISO - tolerancji kształtu położenia, kształtu wyznaczonego zarysu, powierzchni, bicia, - tolerancji wymiarów i kątów - zasad maksimum i minimum materiału - zasad projektowania zgodnie ze standardami GPS i GD&T
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	

NA OCENĘ 2.0	poniżej 55% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.0	od 55% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	od 64% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	od 73% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	od 82% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	od 91% Zakresu: Potrafi samodzielnie i właściwie - interpretować przedstawione oznaczenia na rysunku technicznym - nanieść specyfikację GPS na wskazany detal - korzystać z komputerowego wspomaganie tolerowania i walidacji

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11 L12	N1 N2 N5 N6	F1 P1
EK2		Cel 1 Cel 2	L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11 L12	N1 N2 N4 N5 N6	F1 P1
EK3		Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 P2 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11 L12	N2 N3 N5	F2 P1
EK4		Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 P2 W6 L1 L2 L3	N2 N3 N5 N6	F1 F2 P1
EK5		Cel 3	P1 P2 W6	N3	F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 | Jakubiec, Malinowski — *Metrologia wielkości geometrycznych*, Bielsko Biała, 2018, Bielsko-Biała
- [2 | Ratajczyk, Woźniak — *Współrzędnościowe Systemy Pomiarowe*, Warszawa, 2016, OWPW

[3] | **Humienny i inni** — *Specyfikacje Geometrii Wyrobów (GPS): podręcznik europejski*, Miejscowość, 2004, WNT

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] | **Jerzy Sładek** — *Dokładność pomiarów współrzędnościowych*, Kraków, 2011, PK

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż., prof. PK Marcin, Józef Krawczyk (kontakt: marcin.krawczyk@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Marcin Krawczyk (kontakt: mkrawczyk@mech.pk.edu.pl)

2 dr hab. inż. Ksenia Ostrowska (kontakt: kostrowska@mech.pk.edu.pl)

3 dr hab. inż. Adam Gaska (kontakt: agaska@mech.pk.edu.pl)

4 dr inż. Barbara Juras (kontakt: juras@mech.pk.edu.pl)

5 dr inż. Robert Kupiec (kontakt: rkupiec@mech.pk.edu.pl)

6 mgr inż. Piotr Gaska (kontakt: pgaska@mech.pk.edu.pl)

7 mgr inż. Maciej Gruza (kontakt: maciej.gruza@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....