

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Systemy i Urządzenia Przemysłowe

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: U

Stopień studiów: I

Specjalności: Modelowanie komputerowe systemów i maszyn cieplnych, Aparatura przemysłowa

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Metrologia i specyfikacja geometryczna wyrobu
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Metrology and Geometrical product specification
KOD PRZEDMIOTU	WM SIUP oIS B29 22/23
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	4

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
4	15	0	30	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Cel przedmiotu 1: Zapoznanie z podstawami teoretycznymi metrologii, analizy statystycznej uzyskanych wyników, analizy niepewności pomiaru, podstawowymi technikami miernictwa warsztatowego

Cel 2 Cel przedmiotu 2: Zapoznanie z koncepcją Współrzędnościowej Techniki Pomiarowej

Cel 3 Cel przedmiotu 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 Wymaganie 1: Podstawowa wiedza z zakresu matematyki i fizyki

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Posiada wiedzę z zakresu: - podstawowej analizy statystycznej i teorii błędów, - znajomość podstawowych narzędzi pomiarowych dla charakterystyk geometrycznych, - Współrzędnościowej Techniki Pomiarowej

EK2 Umiejętności Potrafi: - wyznaczyć niepewność pomiaru - dobrać odpowiednie narzędzia do wskazanych zadań pomiarowych - ocenić system pomiarowy - ocenić statystycznie produkcję

EK3 Kompetencje społeczne Efekt kształcenia 3: 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

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Analiza dokumentacji technicznej i dobór przyrządów pomiarowych	2
L2	Analiza statystyczna i opracowanie wyników pomiarów seryjnych. Weryfikacja rozkładu normalnego. Przeprowadzanie testów statystycznych dla dwóch populacji (test t dla średnich, test F)	2
L3	Wyznaczanie niepewności pomiaru. Opracowywanie budżetu błędów. Zastosowanie metody typu A i B w szacowaniu niepewności standardowych. Wyznaczanie niepewności standardowej złożonej, współczynnika rozszerzenia k. Wyznaczanie niepewności rozszerzonej. Przedstawianie wyników pomiaru.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L4	Zastosowanie metod i przyrządów stykowych uniwersalnych do kontroli wymiarowej.	2
L5	Zastosowanie metod i przyrządów optycznych do kontroli wymiarowej.	2
L6	Ocena chropowatości i falistości powierzchni.	2
L7	Pomiary odchylek kształtu.	2
L8	Statystyczna kontrola procesu (SPC)	2
L9	Pomiary części przemysłowych - koła zębate	2
L10	Wyznaczanie charakterystyki błędów wybranego przyrządu pomiarowego	2
L11	Wykorzystanie wysokościomierza do kontroli charakterystyk geometrycznych	2
L12	Zastosowanie Współrzędnościowych Ramion Pomiarowych do kontroli tolerancji geometrycznych.	2
L13	Optyczne pomiary współrzędnościowe- CREAFORM	2
L14	Współrzędnościowa Technika Pomiarowa - wprowadzenie	2
L15	Uzupełnianie/zaliczanie/odrabianie laboratorium	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Metrologia i jej podział. Układ SI. Podstawy teorii pomiarów.	2
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	Współrzędnościowa technika pomiarowa	3
W5	Mikro- i makrogeometria powierzchni. Metody i sposoby oceny .	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.	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	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	5
Opracowanie wyników	15
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 Kolokwia

F2 Projekty

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Ocena wynikająca ze średniej ważonej (0,6 średnia z ocen laboratoriów, 0,4 średnia ocen uzyskanych w ramach zajęć projektowych)

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU
W1 Uzyskanie ocen pozytywnych formujących

W2 Uzyskanie oceny pozytywnej podsumowującej (nie mniejszej niż 3.0)

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymogów na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	60% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	70% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	80% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	90% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Student definiuje i opisuje zjawienia z zakresu: PODSTAW METROLOGII (rodzaje wzorców charakterystyk geometrycznych, sprawdzianów, spójności pomiarowej) ANALIZY STATYSTYCZNEJ (rozkłady prawdopodobieństwa [Gausa, T-Studenta i inne], metody statystycznej oceny populacji (parametry położenia, rozrzutu), postępowania i zastosowania testów statystycznych (t-studenta dla wartości średnich, Fishera-Snedecora) TEORII BŁĘDÓW ORAZ NIEPEWNOŚCI POMIARU (błąd systematyczny i przypadkowy, metody wyznaczania składowych systematycznych i przypadkowych, wyznaczanie niepewności standardowej metodą typu A i typu B, analiza błędów oraz niepewności pomiaru, matematyczny model pomiaru, wyznaczanie niepewności standardowej złożonej, wyznaczanie niepewności rozszerzonej) MIERNICTWO (budowa warsztatowych urządzeń pomiarowych [suwmiarka, mikrometr, wysokościomierz, mikroskop, profilometr, przyrząd do pomiaru okrągłości], zastosowanie ich do pomiaru charakterystyk geometrycznych, zasady doboru narzędzi pomiarowych do wskazanych zadań pomiarowych) STATYSTYCZNE METODY OCENY PRODUKCJI (tworzenie karty kontrolnej x-R, parametry statystyczne Cp, Cpk) METODY OCENY CHARAKTERYSTYK POWIERZCHNI (Budowa i zasada działania urządzenia do pomiaru odchyłek okrągłości, profilometru, podstawowy podział grup parametrów oceny powierzchni [odch. kształtu, falistość, chropowatość], parametry oceny chropowatości [Ra, Rz, Rq, Sm], metody wyznaczania elementu odniesienia [najmniejszych kwadratów, najmniejszego pasma, wpisanego, opisanego, przylegającego], metody filtrowania zarysu, budowa wykresu chropowatości) WSPÓŁRZĘDNOŚCIOWA TECHNIKA POMIAROWA (idea pomiaru współrzędnościowego, zasada działania i budowa Współrzędnościowej Maszyny Pomiarowej, Współrzędnościowego Ramienia Pomiarowego, Skanera 3D [podstawowe komponenty], metody wyznaczania podstawowych elementów geometrycznych, kalibracja końcówki pomiarowej)
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymogów na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	60% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	70% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0

NA OCENĘ 4.0	80% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	90% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wykonać samodzielnie lub w zespole: dobrać przyrząd pomiarowy do określonego prostego zadania pomiarowego, obsługiwać podstawowe uniwersalne przyrządy pomiarowe (suwmiarka, mikrometr, wysokościomierz, mikroskop, profilometr), wykonać proste pomiary współrzędnościowe z wykorzystaniem Współrzędnościowego Ramienia Pomiarowego opracować kartę x-R, wskazać charakterystyczne przebiegi (RUN, TREND, M. THIRD), wyznaczyć wartości parametrów Cp i Cpk i na ich podstawie ocenić stabilność procesu produkcyjnego wyznaczyć podstawowe parametry statystyczne dla serii pomiarów, wyznaczyć normalność rozkładu wskazać główne źródła niepewności pomiaru charakterystyk geometrycznych, określić wartość błędu systematycznego oraz zakres zmienności błędu systematycznego, wyznaczyć niepewność standardową metodą typu A i typu B, opracować bilans niepewności, wyznaczyć niepewność standardową złożoną oraz rozszerzoną prostego zadania pomiarowego wykonać analizę danych, przedstawić ją w postaci liczbowej oraz zilustrować wykresami.
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	Student nie spełnia wymogów na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	60% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	70% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	80% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	90% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0

NA OCENĘ 5.0	Student: właściwie klasyfikuje rodzaje wymiarów liniowych, potrafi zdefiniować i wskazać element integralny oraz pochodny, zakwalifikować wskazane oznaczenie do odpowiedniej grupy tolerancji geometrycznych (kształtu, kierunku, położenia, bicia), opisuje lub dobiera kształt strefy tolerancji na podstawie oznaczenia, definiuje wskazuje dobiera bazę do wskazanego elementu geometrycznego, definiuje właściwie układ baz dla wskazanych tolerancji pozycji, kierunku czy bicia, definiuje lub opisuje warunki maksimum materiału oraz powłoki, definiuje podstawowe zasady GPS (zasada powołania, niezależności, temperatury odniesienia, domyślności, przedmiotu sztywnego)
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymogów na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	60% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	70% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	80% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	90% zakresu przedstawionego na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi samodzielnie: Wyznaczyć w oparciu o przedstawioną dokumentację wartości graniczne stref tolerancji Opracować rysunek techniczny zgodnie z wymogami GPS nanosząc odpowiednie oznaczenia tolerancji wymiarów liniowych, kątowych czy geometrycznych (kształtu, kierunku, położenia lub bicia) na podstawie przedstawionych założeń przez prowadzącego, właściwie orzec o zgodności i niezgodności ze specyfikacją w oparciu o podane dane (wynik, niepewność pomiaru, przedstawiony rysunek z tolerowaną charakterystyką, zarówno w przypadkach prostych jak i z wykorzystaniem maksimum materiału czy warunku powłoki)

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	M1_W09 M1_W19	Cel 1 Cel 2	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11 L12 L13 L14 L15 W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N4 N5 N6	F1 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK2	M1_U10	Cel 1 Cel 2	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11 L12 L13 L14 L15 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N4 N5 N6	F1 P1
EK3	M1_K01	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	M1_W19	Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 P2 L1 W6	N2 N3 N5 N6	F1 F2 P1
EK5	M1_U10	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*, Warszawa, 2004, WNT
- [4] | Paweł Romanowicz — *Rysunek techniczny w mechanice i budowie maszyn*, Warszawa, 2018, PWN

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Marcin Krawczyk (kontakt: marcin.krawczyk@pk.edu.pl)
- 2 dr hab. inż. Ksenia Ostrowska (kontakt: ksenia.ostrowska@pk.edu.pl)
- 3 dr hab. inż. Adam Gaska (kontakt: adam.gaska@pk.edu.pl)
- 4 dr inż. Barbara Juras (kontakt: barbara.juras@pk.edu.pl)
- 5 dr inż. Robert Kupiec (kontakt: robert.kupiec@pk.edu.pl)
- 6 mgr inż. Piotr Gaska (kontakt: piotr.gaska@pk.edu.pl)
- 7 mgr inż. Maciej Gruza (kontakt: maciej.gruza@pk.edu.pl)

8 mgr inż. Konrad Kobiela (kontakt: konrad.kobiela@pk.edu.pl)

9 mgr inż. Michał Jedynak (kontakt: michal.jedynak@pk.edu.pl)

10 dr inż. Danuta Owczarek (kontakt: danuta.owczarek@pk.edu.pl)

11 mgr inż. Izabela Sanetra Nazwisko (kontakt: izabela.sanetra@pk.edu.pl)

12 mgr inż. Katarzyna Składanowska (kontakt: k.skladanowska@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....