

WM**Karta (sylabus) przedmiotu****Inżynieria Produkcji**

Studia pierwszego stopnia o profilu:

A P 

Przedmiot: Metrologia I		IP 1 S 0 3 27-0_0	
Status przedmiotu: obowiązkowy			
Język wykładowy: polski			
Rok: II		Semestr: 3	
Nazwa specjalności:			
Rodzaj zajęć i liczba godzin:		Studia stacjonarne	Studia niestacjonarne
Wykład		15	
Ćwiczenia		30	
Laboratorium			
Projekt			
Liczba punktów ECTS:		3	

Cel przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z technikami i systemami pomiarowymi w inżynierii produkcji
C2	Zapoznanie studentów z podstawami tolerowania wymiarów
C3	Poznanie metod pomiaru i oceny niepewności pomiaru w praktycznych zastosowaniach inżynierskich i pracach badawczych oraz metod kontroli jakości.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1	Z zakresu fizyki; identyfikuje i definiuje podstawowe wielkości fizyczne oraz związki między tymi wielkościami
2	Z zakresu matematyki; definiuje podstawowe pojęcia geometryczne, trygonometryczne i statystyczne rozkładu Gausa i Studenta oraz rachunku pochodnych funkcji
3	Posiada podstawowe umiejętności wykorzystywania informatyki do gromadzenia, prezentacji i analizy danych

Efekty kształcenia

W zakresie wiedzy:	
EK 1	Wyjaśnia system wielkości i wymiarów, opisuje związki między wymiarami i odchyłkami
EK 2	Zna metody pomiarów wielkości i odchyłek geometrycznych
EK 3	Zna metody analizy i oceny dokładności wyników pomiarów
W zakresie umiejętności:	
EK 4	Wykonuje obliczenia łańcuchów wymiarowych stosując metody deterministyczne i stochastyczne oraz zamienność części maszyn
EK 5	Analizuje źródła błędów pomiarów i wyznacza niepewności w oparciu o aktualne unormowania i standardy w tym zakresie
EK 6	Potrafi dokonać kwalifikacji wyrobu w oparciu o wyniki pomiarów
EK 7	Ma umiejętność posługiwania się normami i standardami w kontroli jakości
W zakresie kompetencji społecznych:	
EK 8	Posiada umiejętność posługiwania się pojęciami technicznymi
EK 9	Zachowuje rzetelność opartą na faktach w formowaniu opinii i oceny

Treści programowe przedmiotu**Forma zajęć – wykłady**

Treści programowe		Liczba godzin
W1	Wstęp do metrologii. Cele i zadania pomiarów w gospodarce. Podstawowe akty prawne. Podstawowe pojęcia metrologiczne: cecha, wartość cechy, Wielkość, układ wielkości, baza układu, wymiar wielkości, jednostki miary, układ jednostek miary, etalony.	1

W2	Tolerancje wymiarów. Określenia podstawowe. Budowa normy PN-EN 20 286. Zasady obliczania tolerancji i odchyłek podstawowych określonych w normie PN EN 202861 i PN-EN 20 286-2. Pasowanie elementów maszyn i jego parametry.	1
W3	Działania na wymiarach tolerowanych. Metoda arytmetyczna. Metoda z wykorzystaniem rachunku różniczkowego. Podstawy rozwiązywania równań z wartościami tolerowanymi	2
W4	Podstawy teorii pomiaru. Pojęcie pomiaru. Wielkości mierzone i wpływowe. wynik pomiaru: surowy, poprawiony i pełny. Błędy pomiarów. Jakościowa i ilościowa definicja błędu pomiaru, klasyfikacja błędów pomiaru. Źródła błędów. Błędy przypadkowe. Pojęcie błąd graniczny niedokładność i niepewność pomiaru. Zastosowanie testu t-Studenta do szacowania granicznych błędów przypadkowych i niepewności pomiaru	2
W5	Systematyczne błędy pomiarów. Sposoby usuwania błędów systematycznych: likwidacja źródła kompensacja błędu, zmiana przyczyny i pomiar wielokrotny, pomiar przyczyny i wprowadzenie poprawki. Błąd systematyczny temperaturowy. Błąd systematyczny odkształceń sprężystych. Zasady i metody pomiaru. Metoda pomiaru: bezpośrednia, różnicowa i pośrednia. Zasady obliczania błędów systematycznych, przypadkowych oraz niepewności pomiaru dla każdej z wymienionych metod	2
W6	Klasyfikacja przyrządów pomiarowych. Wzorce miar, przetworniki pomiarowe, przyrządy pomiarowe, pomocnicze narzędzia pomiarowe. Sprawdziany. Obliczanie wymiarów granicznych sprawdzianów do wałków i otworów.	1
W7	Charakterystyki metrologiczne przyrządów pomiarowych. Właściwości związane z urządzeniem odczytowym. Właściwości związane z błędem wskazania. Właściwości związane z wydajnością procesu. Kryteria doboru przyrządów pomiarowych. Optymalna niepewność pomiaru	1
W8	Wzorce długości. Klasyfikacja wzorców długości. Wzorce kreskowe i techniki zwiększenia dokładności odczytu : noniusz i spirala Archimedesesa. Wzorce inkrementalne i układy optoelektroniczne. Kodowe układy pomiarowe. Końcowe wzorce długości: płytki wzorcowe, wałeczki pomiarowe, kulki pomiarowe, szczelinomierze.	1
W9	Wzorce kąta. Wzorce kreskowe. Wzorce inkrementalne kodowe układy pomiarowe kąta. Pryzmy wielościenne. Płytki wzorcowe kąta. Kątowniki	1
W10	Współrzędnościowa technika pomiarowa, istota, elementy skojarzone i zastępcze, liczba punktów –minimalna i zlecana, główne zespoły współrzędnościowych maszyn pomiarowych, algorytmy obliczeniowe.	2
	Suma godzin:	15
Forma zajęć – ćwiczenia		
	Treści programowe	Liczba godzin
ĆW1	Tolerowanie wymiarów. Obliczanie wartości tolerancji. Obliczenia odchyłek granicznych. Obliczenia wymiarów granicznych. Wyznaczanie odchyłek granicznych przy zmianie wymiaru nominalnego	2
ĆW2	Pasowania. W oparciu o normę PN - EN 20286-2 obliczanie parametrów pasowania: luzów granicznych i luzu średniego oraz tolerancji pasowania. Dobór pasowań na podstawie wartości luzów. Dobór pasowań równoważnych	2
ĆW3	Działania na wymiarach tolerowanych. Zastosowanie metody arytmetycznej do obliczenia wymiarów wypadkowych (wymiar nominalny i odchyłki graniczne) w łańcuchach wymiarowych liniowych (dodawanie i odejmowanie) oraz obliczeń pól powierzchni i objętości z wymiarów tolerowanych.	2
CW4	Działania na wymiarach tolerowanych. Zastosowanie metody	2

	rachunku różniczkowego do obliczenia wymiarów wypadkowych (wymiar nominalny i odchyłki graniczne) w łańcuchach wymiarowych nieliniowych i obliczeń pól powierzchni i objętości z wymiarów tolerowanych	
ĆW4	Rozwiązywanie równań z wymiarami tolerowanymi. Obliczanie wymiarów nastawczych. Obliczanie wymiarów niezależnych w łańcuchach wymiarowych. Obliczanie wymiarów tolerowanych przy zamianie baz wymiarowych	4
ĆW5	Metody statystyczne. Obliczania parametrów rozkładu na podstawie danych pomiarowych. Zastosowanie rozkładów prawdopodobieństwa do obliczania parametrów pasowań	2
ĆW6	Kolokwium	2
ĆW7	Systematyczne błędy pomiaru. Wyznaczanie poprawek temperaturowych w pomiarach bezpośrednich. Wyznaczanie poprawek na odkształcenia sprężyste pod wpływem nacisku pomiarowego w bezpośrednich pomiarach długości.	2
ĆW8	Błędy pomiaru przypadkowe. Szacowanie granicznych błędów przypadkowych z serii pomiarów z zastosowaniem testu t-studenta. Wyznaczanie przedziałów ufności.	4
ĆW9	Metoda różnicowa. Obliczanie granicznych błędów pomiaru oraz niepewności standardowej dla metody różnicowej. Kwalifikowanie przedmiotu na podstawie wyniku pomiaru z uwzględnieniem błędów granicznych.	2
ĆW10	Pośrednia metoda pomiarów. Obliczanie granicznych błędów pomiaru oraz niepewności standardowej i rozszerzonej dla metody pośredniej pomiarów. Obliczanie niepewności typu A i B	4
ĆW11	Kolokwium	2
	Suma godzin:	30

Narzędzia dydaktyczne

1	Wykład z użyciem technik multimedialnych
2	Wykład konwersatoryjny
3	Rozwiązywanie zadań
4	Praca w grupach
5	Analiza przypadków

Sposoby oceny

Ocena formująca

F1	Sprawdzian z przygotowania do zajęć w trakcie trwania semestru
F2	Aktywność na ćwiczeniach i wykładach
F3	Wskazanie treści do zalecanych do pogłębienia i powtórzenia

Ocena podsumowująca

P1	Pierwsze kolokwium z zakresu materiału ćwiczeń audytoryjnych (40%)
P2	Drugie kolokwium z zakresu materiału ćwiczeń audytoryjnych (40%)
P3	Praca kontrolna 20%

Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze	45
Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie np. konsultacji – łączna liczba godzin w semestrze	2

Przygotowanie się do ćwiczeń – łączna liczba godzin w semestrze	14
Przygotowanie się do kolokwium – łączna liczba godzin w semestrze	14
Suma	75
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	3

Literatura podstawowa i uzupełniająca	
1	Kujan. K.: Techniki, miernictwo i elementy systemów pomiarowych w budowie maszyn. Wydawnictwa Uczelniane P L Lublin 2001.
2	Jakubiec W. Malinowski J. Metrologia wielkości geometrycznych. W N T Warszawa 2004
3	red. Humienny Z.: Specyfikacje geometrii wyrobów - wykład dla uczelni technicznych. Oficyna Wydawnicza PW Warszawa 2004
4	Białas S.: Metrologia Techniczna z podstawami tolerowania wielkości geometrycznych dla mechaników. Oficyna Wydawnicza P W Warszawa 2006
5	Adamczak S. Makiela W. Metrologia w budowie maszyn. Zdania z rozwiązaniami. W N T Warszawa 2004

Macierz efektów kształcenia					
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposób oceny
EK 1	IP1A_W01 ++ IP1A_W02 +++ IP1A_W13 +++	C1, C2, C3	W1- W3, ĆW1- ĆW6, ĆW9	1, 5	F1,F2, P1, P3
EK 2	IP1A_W02 +++ IP1A_W09 +++ IP1A_W13 ++	C1, C2 C3	W4-W9, ĆW9	1-5	F1, F2, P2, P3
EK 3	IP1A_W02 +++ IP1A_W09 +++ IP1A_W13 +	C1, C3	W4-W9, ĆW8, ĆW10	1,2, 4, 5	F1,F2, P2, P3
EK 4	IP1A_U01 +++ IP1A_U02 + IP1A_U06 ++ IP1A_U23 +++	C1	ĆW1-ĆW6	3-5	F1,F2,F3, P1
EK 5	IP1A_U01 ++ IP1A_U02 ++ IP1A_U10 ++ IP1A_U14 ++ IP1A_U19 +++	C1, C3	ĆW7,ĆW8, ĆW10, ĆW11	3-5	F1,F2,F3, P2
EK 6	IP1A_U05 ++ IP1A_U14 ++ IP1A_U23 +++	C1, C2, C3	ĆW1, Ć9, Ć10, Ć11	3-5	F1,F2,F3, P1 P2
EK 7	IP1A_U01 ++ IP1A_U09 ++ IP1A_U23 +++	C2	ĆW1, ĆW2, ĆW6, ĆW9, ĆW11	3-5	F1,F2,F3, P1 P2
EK 8	IP1A_K01 + IP1A_K04 +++ IP1A_K06 +++	C1,C2,C3	W1-W9 ĆW1-ĆW11	1-5	F1,F2,F3, P1 P2, P3
EK 9	IP1A_K02 ++ IP1A_K04 +++	C1,C2,C3	W1-W9 ĆW1-ĆW11	1-5	F1,F2,F3, P1 P2, P3

Formy oceny – szczegóły				
	Na ocenę 2 (ndst)	Na ocenę 3 (dst)	Na ocenę 4 (db)	Na ocenę 5 (bdb)
EK 1	<i>Nie potrafi wymienić wielkości i rodzajów odchyłek</i>	<i>Potrafi wymienić wielkości i rodzaje odchyłek</i>	<i>Potrafi wymienić i ogólnie scharakteryzować związki pomiędzy wielkościami i rodzajami odchyłek</i>	<i>Potrafi wymienić i wyczerpująco scharakteryzować związki pomiędzy wielkościami i rodzajami odchyłek</i>
EK 2	<i>Nie potrafi wymienić metod pomiarów</i>	<i>Potrafi wymienić metody pomiarów</i>	<i>Potrafi wymienić i ogólnie scharakteryzować metody pomiarów</i>	<i>Potrafi wymienić i wyczerpująco scharakteryzować metody pomiarów</i>
EK 3	<i>Nie potrafi wymienić metod oceny dokładności pomiarów</i>	<i>Potrafi wymienić metody oceny dokładności pomiarów</i>	<i>Potrafi wymienić i scharakteryzować metody oceny dokładności pomiarów</i>	<i>Potrafi wymienić i wyczerpująco scharakteryzować metody analizy i oceny dokładności pomiarów</i>
EK 4	<i>Nie potrafi napisać równania łańcucha wymiarowego</i>	<i>Potrafi napisać równanie łańcucha wymiarowego</i>	<i>Potrafi napisać równanie łańcucha wymiarowego i je rozwiązać</i>	<i>Potrafi napisać równanie łańcucha wymiarowego rozwiązać je i zinterpretować uzyskane wynik</i>
EK 5	<i>Nie potrafi określić źródeł błędów pomiaru oraz obliczyć niepewności pomiarów stosując unormowania i standardy w tym zakresie.</i>	<i>Potrafi wymienić główne źródła błędów pomiaru oraz obliczyć niepewności pomiaru jedną metodą (typu A).</i>	<i>Potrafi wymienić źródła błędów pomiaru i przeprowadzić ich analizę. Potrafi obliczyć niepewność pomiaru dwoma metodami (typu A i typu B).</i>	<i>Potrafi wymienić źródła błędów pomiaru i przeprowadzić ich szeroką analizę. Potrafi przeprowadzić analizę niepewności pomiaru i dokonać wyboru metody obliczeń.</i>
EK 6	<i>Nie umie podać zasad kwalifikacji wyrobów</i>	<i>Umie podać zasady kwalifikacji wyrobu</i>	<i>Umie podać zasady kwalifikacji wyrobu i zastosować je do prostych przypadków</i>	<i>Umie podać zasady kwalifikacji wyrobu i zastosować je do przypadków złożonych</i>
EK 7	<i>Nie potrafi posługiwać się normami</i>	<i>Potrafi na podstawie normy określić tolerancje i odchyłki graniczne</i>	<i>Potrafi na podstawie normy określić tolerancje i odchyłki graniczne i ogólnie scharakteryzować dokładność wyrobu</i>	<i>Potrafi na podstawie normy określić tolerancje i odchyłki graniczne i wyczerpująco scharakteryzować dokładność wyrobu</i>
EK 9	<i>Nie opiera się na wynikach pomiarów przy formułowaniu wniosków</i>	<i>Opiera się na wynikach pomiarów przy formułowaniu wniosków</i>	<i>Opiera się na wynikach pomiarów przy formułowaniu wniosków i dąży do obiektywności oceny</i>	<i>Opiera się na wynikach pomiarów przy formułowaniu wniosków i weryfikuje obiektywność oceny</i>

Autor programu:	dr inż. Elżbieta Jacniacka
Adres e-mail:	e.jacniacka@pollub.pl
Jednostka organizacyjna:	Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji
Osoba, osoby prowadzące:	dr inż. Elżbieta Jacniacka, dr inż. Krzysztof Kujan, dr Barbara Kamieńska- Krzowska, mgr inż. Mariusz Kłonica