**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy metrologii

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Ryszard Jabłoński, prof. PW.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Automatyka Robotyka i Informatyka Przemysłowa

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

PEM

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin bezpośrednich - 63 godz., w tym:
• wykład - 30 godz.
• laboratorium - 30 godz.
• konsultacje – 3 godz.
2) Praca własna studenta – 65 godz., w tym:
• zapoznanie z literaturą i przygotowanie do sprawdzianów z wykładu w domu - 20 godz.
• przygotowanie do zajęć laboratoryjnych - 20 godz.
• opracowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych - 25 godz.
 Razem: 128 (5 ECTS)

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

 2,5 punktu ECTS - liczba godzin bezpośrednich - 63 godz., w tym:
• wykład - 30 godz.
• laboratorium - 30 godz.
• konsultacje – 3 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

3 punkty ECTS – 75 godz., w tym:
• wykonanie ćwiczeń w laboratorium - 30 godz.
• przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych -20 godz.
• opracowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych - 25 godz.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 30h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Elementy matematyki (pochodna, podstawy rachunku prawdopodobieństwa)

**Limit liczby studentów:**

BRAK

**Cel przedmiotu:**

Znajomość podstawowych pojęć metrologicznych oraz wybranych sensorów i przyrządów pomiarowych. Umiejętność przeprowadzania pomiarów wybranych wielkości fizycznych i interpretacji uzyskanych wyników. Umiejętność uwzględnienia wpływu różnych czynników na wynik pomiaru. Zrozumienie istoty systemu porównań, odniesienia i współzależności wielkości fizycznych. Umiejętność przedstawienia działania przyrządu pomiarowego za pomocą schematu blokowego. Umiejętność interpretacji zapisów technicznych dotyczących wymaganej dokładności wykonania elementów mechanicznych.

**Treści kształcenia:**

Wykłady:
 Część I. Podstawy metrologii Teoria pomiaru. Wzorce i jednostki. Sensor, przetwornik. Sygnał pomiarowy. Ilość informacji, przenoszenie informacji. Przyrząd pomiarowy, dane techniczne i parametry metrologiczne. Struktura przyrządu pomiarowego. Przykłady przyrządów do pomiaru różnych wielkości fizycznych Wzorcowanie, spójność pomiarowa, klasy dokładności. Wymagania ogólne dla aparatury pomiarowej. Metody statystyczne opracowania wyników pomiaru. Niepewność pomiaru, rodzaje niepewności, zasady podawania wyniku pomiaru.
Część II. Zamienność i kontrola elementów mechanicznych Podstawy zamienności elementów urządzeń mechanicznych. Normalizacja wymagań dotyczących tolerancji wymiarów i pasowań. Tolerancje kształtu i położenia. Tolerancje złożone. Tolerowanie zależne wymiarów i odchyłek geometrycznych. Struktura geometryczna powierzchni. Podstawy analizy wymiarowej. Podstawy pomiarów geometrycznych – działanie i właściwości uniwersalnych przyrządów do pomiaru długości i kąta. Zasady postępowania podczas pomiarów.
Laboratorium.
 Część I. Podstawy metrologii Eliminacja błędów dodatkowych przyrządu pomiarowego. Wyznaczanie niepewności pomiarów pośrednich. Termoelektryczne metody pomiaru temperatury. Wyznaczanie właściwości metrologicznych przyrządu pomiarowego. Wpływ czynników zewnętrznych na wskazanie przyrządów pomiarowych. Pomiar pośredni na przykładzie pomiaru dyfrakcyjnego średnicy światłowodu. Pomiar porównawczy z wykorzystaniem przyrządu czujnikowego i płytek wzorcowych.
Część II. Zamienność i kontrola elementów mechanicznych Pomiary wymiarów zewnętrznych. Pomiary wymiarów wewnętrznych. Pomiary wymiarów pośrednich i odchyłek geometrycznych względem elementu odniesienia. Interpretacja zapisów specyfikacji geometrycznej wyrobów i sprawdzanie zgodności z wymaganiami. Ocena dokładności elementów konstrukcyjnych z wykorzystaniem łańcuchów wymiarowych. Ocena dokładności wymiarowej zmontowanych zespołów.

**Metody oceny:**

Sprawdziany pisemne z wiedzy przedstawionej na wykładach. Sprawdziany pisemne lub ustne przed rozpoczęciem zajęć laboratoryjnych. Ocena poziomu wykonania ćwiczeń laboratoryjnych i jakości sprawozdań.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

• Adamczak S., Makieła W.: Metrologia w budowie maszyn. Zadania z rozwiązaniami. WNT, 2004.
• Adamczak S., Makieła W.: Podstawy metrologii i inżynierii jakości dla mechaników, WNT 2010.
• Arendarski J.: Niepewność pomiarów. Oficyna Wyd. PW, Warszawa, 2013.
• Białas S.: Metrologia techniczna z podstawami tolerowania wielkości geometrycznych dla mechaników. Oficyna Wydawnicza PW, 2006.
• Jaworski J., Morawski R., Olędzki J.: Wstęp do metrologii i techniki eksperymentu. WNT, 1992.
• Lisowski M.: Podstawy metrologii. Oficyna Wyd. Pol. Wrocławskiej, 2011.
• Malinowski J., Jakubiec W.: Metrologia wielkości geometrycznych, WNT, Warszawa 2004.
• Praca zbiorowa pod red. Z. Humiennego: Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). Podręcznik europejski. WNT, 2004.
• Sydenham P. H.: Podręcznik metrologii. Wyd. Komunikacji i Łączności. Warszawa 1990.
• Taylor J. R.: Wstęp do analizy błędu pomiarowego. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1995.
• Turkowski M.: Przemysłowe sensory i przetworniki pomiarowe. Oficyna Wydawnicza PW, 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka PEM\_W01:**

Zna podstawowe pojęcia metrologiczne oraz budowę i zasadę działania wybranych sensorów i przyrządów pomiarowych. Rozumie istotę systemu porównań, odniesienia i współzależności wielkości fizycznych.

Weryfikacja:

Sprawdzian podczas zajęć wykładowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

**Charakterystyka PEM\_W02:**

Rozumie wpływ zjawisk fizycznych i sposobu przetwarzania danych na wyniki pomiaru. Ma wiedzę na temat źródeł niepewności pomiaru. Zna reguły propagacji błędów pomiaru wynikające z zasad probabilistyki.

Weryfikacja:

Sprawdzian podczas zajęć wykładowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka PEM\_W03:**

Ma wiedzę na temat znaczenia zamienności i normalizacji elementów konstrukcji mechanicznych. Zna podstawowe reguły tworzenia specyfikacji geometrycznej wyrobów mechatronicznych i metody sprawdzania wymagań określonych w dokumentacji technicznej.

Weryfikacja:

Sprawdzian podczas zajęć wykładowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka PEM\_U01:**

Potrafi przeprowadzić pomiary podstawowych wielkości fizycznych (masa, temperatura, długość, ciśnienie, przepływ) przy użyciu przyrządów wykorzystujących rozmaite zjawiska fizyczne. Zna zasady postępowania podczas pomiarów, umie wyznaczyć i skompensować systematyczne błędy pomiaru oraz oszacować niepewność pomiarów bezpośrednich i pośrednich.

Weryfikacja:

Ocena poprawności wykonania zadań w laboratorium i jakości sprawozdań z ćwiczeń

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02, K\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, I.P6S\_UK, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka PEM\_U02:**

Potrafi zinterpretować zgodnie z normami ISO podane na rysunku technicznym wymagania dotyczące dokładności geometrycznej elementów mechanicznych, dobrać urządzenia pomiarowe do ich sprawdzania oraz ocenić poprawność wykonania sprawdzanego wyrobu.

Weryfikacja:

Ocena poprawności wykonania zadań w laboratorium i jakości sprawozdań z ćwiczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UK, P6U\_U, I.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka PEM\_K01:**

Potrafi pracować w zespole podczas planowania zadań, przeprowadzania eksperymentu fizycznego i wnioskowania.

Weryfikacja:

Ocena przebiegu zajęć laboratoryjnych i uzyskanych wyników.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KO, I.P6S\_KR