**Nazwa przedmiotu:**

Pomiary złożonych elementów maszynowych

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. Eugeniusz Ratajczyk, dr Ryszard Rudziński

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

wykład 15 wykonanie ćwiczeń w laboratorium 15,
przygotowanie do zajęć laboratoryjnych i opracowanie sprawozdań 10, zapoznanie się z literaturą 5, przygotowanie do zaliczeń w ramach wykładu 8, konsultacje 2
Razem 55 godz. odpowiada 2 ECTS

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

wykład 15, wykonanie ćwiczeń w laboratorium 15, konsultacje 2
Razem 32 godz. co odpowiada 1 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

wykonanie ćwiczeń w laboratorium 15, wykonanie sprawozdań i przygotowanie do zajęć laboratoryjnych 10, Razem 25 godz.
co odpowiada 1 ECTS

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawy Metrologii, Pomiary i Analiza Wymiarowa, Metrologia Techniczna. Wymagana znajomość podstaw projektowania urządzeń mechatroniki i podstaw technik wytwarzania.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Opanowanie znajomości budowy, działania i własności metrologicznych urządzeń pomiarowych oraz procedur i metod pomiarowych ukierunkowanych na pomiary i kontrolę wymiarów przedmiotów stosowanych w przemyśle maszynowym, precyzyjnym, motoryzacyjnym, lotniczym, aparaturowym i sprzętu gospodarstwa domowego. Umiejętność tworzenia aparaturowych systemów stosowanych w kontroli jakości procesów i wyrobów.

**Treści kształcenia:**

WYKŁADY
I.1.Pomiary katów, pochyleń i zbieżności
1. Tolerancje kątów i stożków. Wzorce kąta. Kręgi podziałowe, pryzmy wielościenne. Płytki kątowe.
2. Pomiary elementów stożkowych zewnętrznych i wewnętrznych metodami pośrednimi za pomocą mikrometru, wałeczków i kul. Procedura, ustalenie niepewności pomiaru. Pomiary przy użyciu liniału sinusowego i czujnika – procedura pomiaru, wyznaczenie niepewności pomiaru.
3. Pomiary za pomocą kątomierzy i poziomnic. Pomiary kątów na mikroskopach bezpośrednio przy użyciu głowic goniometrycznych i pośrednio poprzez pomiary długości, np. stożka zewnętrznego poprzez pomiary średnic i odległości między nimi.

I.2.Pomiary gwintów
1. Parametry gwintów metrycznych i calowych. Tolerancje gwintów. Pasowania gwintów - złącza o pasowaniach suwliwych i luźnych. Własności układu pasowań gwintów – szeregi tolerancji, rodzaje odchyłek i ich oznaczenia, rodzaje długości skręcenia. Oznaczanie gwintów na rysunkach z uwzględnieniem dokładności ich wykonania – klasy dokładności.
2. Metody pomiaru poszczególnych parametrów gwintów zewnętrznych i wewnętrznych. Metody pomiaru średnicy podziałowej (metoda trójwałeczkowa, przyrządami czujnikowymi i na mikroskopie). Pomiary skoku gwintu przyrządami czujnikowymi i na mikroskopie – kompensacja błędu nieosiowego pomiaru).
 3. Pomiary kąta gwintu na projektorze i na mikroskopie za pomocą głowicy goniometrycznej i rewolwerowej.
4. Metody pomiary gwintów wewnętrznych na długościomierzu i za pomocą przyrządów czujnikowych.
 5. Algorytmy pomiarowe i ich opisy matematyczne. Ustalanie niepewności pomiaru dla poszczególnych metod pomiaru.
I.3.Pomiary kół zębatych
1. Główne wymiary i parametry walcowych kół zębatych. Klasy dokładności z podziałem na grupy dokładności (wskaźniki dokładności kinematycznej, płynności pracy i przylegania). Oznaczanie na rysunkach.
2. Identyfikacja koła zębatego – pomiary wybranych parametrów (średnic i podziałki i ewent. kąta β) i obliczenia (moduł, współczynniki x i y, kąt zarysu, itp.).
3. Odchyłki tworzące wskaźniki luzu międzyzębnego. Odchyłki grubości zęba i metody jego pomiaru
4. Pomiary poszczególnych parametrów z podziałem na grupy dokładności – pomiary metodą współpracy jednostronnej i dwustronnej (odchyłka promieniowa i uskok), pomiary bicia promieniowego, grubości przez „n” zębów; pomiary podziałek, pomiary zarysu na ewolwentomierzu zwykłym i uniwersalnym, pomiary linii zęba.
5. Zautomatyzowane metody pomiaru kół zębatych za pomocą maszyn pomiarowych, w tym za pomocą współrzędnościowych maszyn pomiarowych.
LABORATORIUM
1.Pomiary katów, zbieżności i pochyleń
1. Pomiary kątów za pomocą kątomierza i poziomnic.
2. Pomiary stożków zewnętrznych i wewnętrznych za pomocą głowic mikrometrycznych wałeczków i kul pomiarowych. Ustalenie wyniku pomiaru z oceną niepewności pomiaru.
3. Pomiary stożków i klinów przy użyciu liniału sinusowego i czujnika. Ocena niepewności pomiaru.
4. Pomiary stożka zewnętrznego na mikroskopie poprzez pomiary średnic i odległości między nimi. Obliczenia wyniku pomiaru z oceną niepewności pomiaru.
2.Pomiary gwintów
1. Pomiary średnicy podziałowej gwintu zewnętrznego za pomocą przyrządów czujnikowych .
2. Pomiary średnicy podziałowej gwintu zewnętrznego metodą trójwałeczkową . Ustalenie wyniku pomiaru z oceną niepewności pomiaru. 3. Pomiary gwintu zewnętrznego na mikroskopie uniwersalnym -średnicy podziałowej, skoku (podziałki) i kąta zarysu.
4. Pomiary średnicy podziałowej gwintu wewnętrznego na długościomierzu poziomym.
 3.Pomiary kół zębatych
11. Proces identyfikacji koła zębatego. Pomiary średnic i podziałki zasadniczej. Ustalenie wartości modułu ”m”, współczynnika przesunięcia zarysu „x” i współczynnika wysokości zeba „y” oraz kąta zarysu α.
 2. Pomiary wybranych parametrów koła zębatego – grubości zęba, odchyłki promieniowej koła i uskoku przy badaniu metodą współpracy obustronnej, bicia promieniowego, zarysu ewolwenty, podziałki zasadniczej, itp.

**Metody oceny:**

Wykład – zaliczenie pisemne i częściowo ustne
Laboratorium - Na podstawie oceny ze sprawdzianu przygotowania do ćwiczenia i na podstawie oceny złożonych sprawozdań z poszczególnych ćwiczeń

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

W.Jakubiec, J.Malinowski: „Metrologia wielkości geometrycznych”. WNT. Warszawa, 2004.
E.Ratajczyk: „Współrzędnościowa technika pomiarowa”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa,2005.
J.Arendarski: „Niepewność pomiarów”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa, 2003.
Praca zbiorowa pod redakcja E.Ratajczyka „Laboratorium pomiarów wielkości geometrycznych” Skrypt. Wyd. Politechniki Warszawskiej. Warszawa, 1985.
PN-ISO 701:2001 Międzynarodowe oznaczenia kół zębatych – symbole parametrów geometrycznych.
PN-ISO 1328:2000 Przekładnie zębate walcowe – dokładność wykonania wg ISO

**Witryna www przedmiotu:**

zmw.mchtr.pw.edu.pl/

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka :**

Student zna metody i rozumie wymagania przy pomiarach złożonych elementów mechanicznych takich jak gwinty, stożki, koła zębate

Weryfikacja:

Wpisz opis

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka :**

Student umie wykonać pomiary złożonych elementów mechanicznych takich jak gwinty, stożki, koła zębate. Umie poprawnie dobrać przyrząd do wymagań i zinterpretować wyniki.

Weryfikacja:

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10, K\_U11

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