**Nazwa przedmiotu:**

Metrologia i zmienność

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Zbigniew Humienny, adiunkt

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

brak

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2012/2013

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

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

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

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

**Wymagania wstępne:**

znajomość podstaw rysunku technicznego, podstawowe pojęcia z rachunku prawdopodobieństwa, obliczanie elementarnych pochodnych cząstkowych

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Umiejętność specyfikacji oraz interpretacji wymagań geometryczno-wymiarowych zgodnie z najnowszymi normami PN-EN ISO, praktyczną wiedzę potrzebną do planowania pomiarów wielkości geometrycznych i szacowania ich niepewności oraz orzekania o zgodności wyrobów ze specyfikacją.

**Treści kształcenia:**

PROGRAM WYKŁADU Pomiary i ich niepewność. Pomiar i jego zasada. Metody pomiarowe: bezpośrednia i pośrednia, bezpośredniego porównania, różnicowa, metody wychyleniowe. Błąd pomiaru; sposoby liczbowego wyrażania błędu. Błędy metody pomiarowej, narzędzia i obserwacji. Wynik pomiaru jako zmienna losowa. Błędy systematyczne i przypadkowe; niepewność pomiaru (standardowa i rozszerzona). Błędy nadmierne. Szacowanie niepewności pomiaru metody typu A (statystyczne) i typu B (inne). Błędy i niepewność pomiarów pośrednich. Łańcuchy wymiarowe w budowie maszyn. Łańcuchy proste i złożone, konstrukcyjne i technologiczne. Struktura łańcucha wymiary niezależne i wymiar zależny. Równania łańcucha, tolerancji i odchyłek. Synteza i analiza łańcuchów na przykładach łańcuchów prostych. Zamienność całkowita i częściowa, zamienność konstrukcyjna, technologiczna i selekcyjna. Tolerancje geometryczne. Elementy geometryczne wyrobu. Specyfikacje geometrii wyrobu (GPS) i ich zakres. Interpretacja profilu powierzchni. Tolerancje i odchyłki kształtu prostoliniowości, płaskości, okrągłości i walcowości. Tolerancje i odchyłki kierunku równoległości, prostopadłości i nachylenia. Tolerancje i odchyłki położenia współosiowości, pozycji i symetrii. Tolerancje i odchyłki bicia obwodowego i całkowitego. Podstawowa zasada tolerowania i tolerancje zależne, wymagania ( , ). Interpretacja tolerancji geometrycznych z uwzględnieniem niepewności pomiaru. Porównanie PN-EN ISO 1101 z poprzednio stosowaną PN. Narzędzia pomiarowe wiadomości ogólne. Wzorce miar, przetworniki i przyrządy pomiarowe. Urządzenia wskazujące analogowe i cyfrowe. Najważniejsze właściwości metrologiczne: zakres wskazań, wartość działki elementarnej, maksymalny dopuszczalny błąd wskazań (MPE), zakres pomiarowy. Legalizacja i wzorcowanie narzędzi pomiarowych. Wybrane przykłady pomiarów wielkości geometrycznych. Wzorce wymiarów liniowych i ich zastosowania. Pomiary przyrządami suwmiarkowymi i mikrometrycznymi. Pomiary różnicowe czujnikami. Mikroskopy i projektory pomiarowe. Okrągłościomierze. Pomiary współrzędnościowe (WMP, ramiona pomiarowe, skanowanie 3D). Racjonalny dobór narzędzi pomiarowych. Ponadto obowiązuje samodzielne zapoznanie się do wyboru z jednym z nast. tematów: ; Tolerancje gwintów metrycznych (luŹnych); ; Koła zębate walcowe; ; Profil powierzchni; oraz przeczytanie jednego artykułu z prasy naukowo-technicznej z podanej listy. PROGRAM ĆWICZEÑ Tolerancje i pasowania. Układ tolerancji PNISO. Wymiary graniczne, wymiar nominal­ny i odchyłki. Tolerancja. Przedział (pole) tolerancji, jego schemat graficzny oraz interpretacja deterministyczna i stochastyczna. Normalizacja tolerancji: klasy tolerancji, odchyłki podstawowe. Pasowanie i jego parametry: wskaŹnik pasowania, luzy i wciski graniczne, tolerancja pasowania. Zasada stałego otworu/wałka. Tablice układu tolerancji: obliczanie wymiarów granicznych, określanie charakteru pasowania. Normalne i uprzywilejowane pola tolerancji. Tolerancje ogólne wymiarów. Błędy pomiarów. Błędy systematyczne i poprawki. Temperatura odniesienia. Błąd systematyczny pomiaru długości spowodowany rozszerzalnością cieplną. Błędy przypadkowe, analiza statystyczna niepewności pomiaru (typ A) rozkład Gaussa (długa seria), statystyka t‑Studenta (krótka seria). Niepewność standardowa i rozszerzona. Błędy systematyczne i niepewność pomiarów metodą pośrednią. Łańcuchy wymiarowe. Zamienność. Analiza łańcuchów wymiarowych (prostych) metody deterministyczne i stochastyczne. Łańcuchy technologiczne i montażowe. Synteza łańcuchów metoda jednakowej klasy. Zasada najkrótszych łańcuchów wymiarowych. Zamienność konstrukcyjna i technologiczna. Zamienność selekcyjna podział na grupy, analiza efektów montażu selekcyjnego. Tolerancje geometryczne. Specyfikacje i interpretacja tolerancji geometrycznych w dokumentacji technicznej wg PN-EN ISO 1101 i PN-EN ISO 2692. Odchyłki i tolerancje kształtu. Odchyłki i tolerancje kierunku. Odchyłki i tolerancje położenia. Odchyłki i tolerancje bicia obwodowego i całkowitego. Podstawowa zasada tolerowania. Tolerancje zależne i ich zastosowanie , (związki pomiędzy tolerancjami kształtu, kierunku i położenia, a tolerancjami wymiaru).

**Metody oceny:**

brak

**Egzamin:**

**Literatura:**

1. Białas S.: Metrologia techniczna z podstawami tolerowania wielkości geometrycznych dla mechaników. Ofic. Wyd. PW, 2006. 2. Humienny Z. (red.): Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS) podręcznik europejski. WNT, Warszawa, 2004. 3. Jakubiec W., Malinowski J.: Metrologia wielkości geometrycznych. WNT, Warszawa, 2004. 4. Adamczak S. Makieła W.: Metrologia w budowie maszyn. Zadania z rozwiązaniami. WNT, Warszawa, 2006. 5. Sałaciński T.: Elementy metrologii wielkości geometrycznych. Przykłady i zadania, Ofic. Wyd. PW, 2004. 6. Ratajczyk: E. Współrzędnościowa technika pomiarowa. Ofic. Wyd. PW, 2005. 7. Arendarski J.: Niepewność pomiarów. Ofic. Wyd. PW, 2006. 8. Tomasik J.(red): Sprawdzanie przyrządów do pomiaru długości i kąta, Ofic. Wyd. PW, 2003. 9. Jezierski J.: Analiza tolerancji i niedokładności pomiarów w budowie maszyn. WNT, 1994. 10. Mała encyklopedia metrologii (praca zbiorowa): WNT, 1989. Polskie Normy (aktualne!), podane na wykładach lub ćwiczeniach.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe