

Laboratorium metrologii

Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych

Temat ćwiczenia: Pomiary wymiarów zewnętrznych

Opracował: dr inż. Eliza Jarysz-Kamińska  
Szczecin 2013

## Spis Treści

Wprowadzenie.....	2
1. Cel ćwiczenia .....	2
2. Wymagany zakres wiedzy.....	2
3. Pytania kontrolne.....	3
4. Przebieg ćwiczenia.....	4
5. Sprawozdanie .....	5
Literatura .....	5

### Wprowadzenie

Niniejsze opracowanie powstało jako pomoc do ćwiczeń laboratoryjnych z miernictwa warsztatowego, metrologii i systemów pomiarowych, metrologii oraz podstaw metrologii odrabianych przez studentów Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki ZUT w Szczecinie.

#### 1. Cel ćwiczenia

Zapoznanie się z zastosowaniem przyrządów suwmiarkowych i mikrometrycznych oraz sposobów ich praktycznego wykorzystania w pomiarach wymiarów zewnętrznych.

#### 2. Wymagany zakres wiedzy

- znajomość pojęć z zakresu teorii pomiarów (wymiar zewnętrzny, wymiar rzeczywisty, wymiar tolerowany, wymiary graniczne, tolerancja, odchyłka, itp.)

*Wymiar zewnętrzny Z* jest to odległość elementów powierzchni, między którymi ich bezpośrednie sąsiedztwo jest wypełnione materiałem (np.: średnica wałka, długość wałka, grubość blachy).

*Wymiar tolerowany* to wymiar, którego odchyłki są bezpośrednio określone, określają go jednoznacznie dwa wymiary graniczne: wymiar górny B i wymiar dolny A.

Wymiar tolerowany liczbowo składa się z trzech wymiarów wyrażonych liczbami: wymiaru nominalnego D oraz odchyłek granicznych – górnej (es, ES) i dolnej (ei, EI). Małymi literami (es, ei) oznacza się odchyłki graniczne wymiarów zewnętrznych, wielkimi (ES, EI) – wymiarów wewnętrznych.

*Wymiary graniczne* są to dwa wymiary, których nie może przekroczyć zmierzony wymiar produktu, jeżeli ma on być uznany jako poprawnie wykonany.

*Wymiarem górnym B* nazywa się większy wymiar graniczny

*Wymiarem dolnym A* nazywa się mniejszy wymiar graniczny

*Tolerancja T* jest to dopuszczalny zakres zmienności wymiaru. Jest to różnica wymiaru górnego B i dolnego A:  $T = B - A$ , różnica między górną a dolną odchyłką dopuszczalną. Przestrzeń ta nazywana jest też polem tolerancji. Szerokość pola tolerancji, czyli dokładność danego wymiaru zależna jest od jego klasy IT.

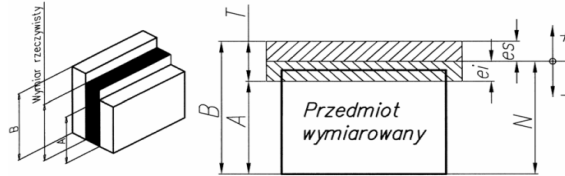
Dla wymiarów zewnętrznych (wałków) zachodzą następujące zależności:  $A_w = N + ei$ ,  $B_w = N + es$ ,  $T = es - ei$

*Wymiar nominalny N* wymiar, z którego wynikają wymiary graniczne przez podanie odchyłki

górnej i dolnej (Rys.1).

*Odchyłka górna* ( $es$ ,  $ES$ ) jest różnicą algebraiczną między wymiarem górnym  $B$  i odpowiadającym mu wymiarem nominalnym  $N$ .

*Odchyłka dolna* ( $ei$ ,  $EI$ ) jest różnicą algebraiczną między wymiarem dolnym  $A$  i odpowiadającym mu wymiarem nominalnym  $N$ .



Rys.1 Wymiar nominalny w układzie wymiarów granicznych

Ze względu na żadaną dokładność wykonania wymiary dzieli się na:

- swobodne, tj. takie, których rzeczywista wartość nie odgrywa większej roli; dla wymiarów takich nie podaje się tolerancji,
- tolerowane, których rzeczywista wartość musi się zawierać w określonych granicach,
- teoretyczne, dla których nie przewiduje się żadnych odchyłek; są to zwykle wymiary potrzebne do obliczania wymiarów narzędzi, sprawdzianów lub uchwytów.

W zależności od sposobu otrzymywania wartości wielkości mierzonej rozróżnia się metody pomiarowe:

**Metoda pomiarowa bezpośrednia** występuje wówczas, gdy wartość wielkości mierzonej jest otrzymywana wprost, bez konieczności wykonywania obliczeń (np. z odczytania wskazania narzędzia pomiarowego).

**Metoda pomiarowa pośrednia** polega na tym, że poszukiwana wartość wielkości mierzonej jest obliczana na podstawie zależności wiążącej ją z wielkościami, których wartości były mierzone bezpośrednio (np. wyznaczenie objętości stożka na podstawie pomiarów wysokości i średnicy podstawy).

W zależności od sposobu porównywania wartości wielkości mierzonej ze znanymi wartościami tej wielkości rozróżnia się następujące metody:

**Metoda bezpośredniego porównywania** występuje wówczas, gdy cała wartość wielkości mierzonej jest porównywana ze znaną wartością tej samej wielkości (np. pomiar długości przymiarem).

**Metoda różnicowa** polega na pomiarze niewielkiej różnicy między wartością wielkości mierzonej a znaną wartością tej wielkości (np. pomiar średnicy średnicówką czujnikową).

- budowa, działanie i zastosowanie: przyrządów suwmiarkowych oraz przyrządów mikrometrycznych,
- kryteria dokładności, zasady tolerowania i oceny.

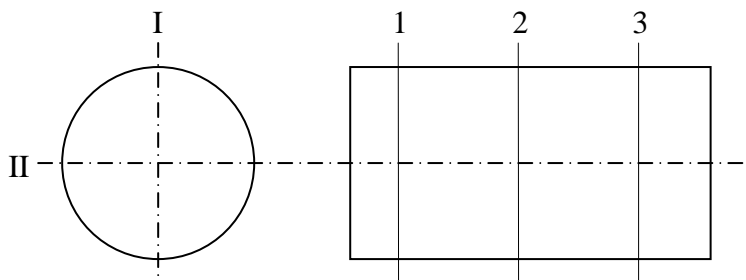
### 3. Pytania kontrolne

- Jakimi przyrządami możemy zmierzyć wymiar zewnętrzny?
- Wymień przyrządy mikrometryczne wykorzystywane do pomiarów zewnętrznych.
- Na ile części podzielony jest obwód bębna przyrządu mikrometrycznego?
- Co to jest punkt koincydencji?

- Jakie wartości działki elementarnej noniuszy mogą występować w przyrządach suwmiarkowych z odczytem analogowym (klasycznych)?

#### 4. Przebieg ćwiczenia

- I. Dokonać pomiaru średnicy wałka za pomocą wskazanych przez prowadzącego zajęcia przyrządów pomiarowych o różnych dokładnościach w dwu prostopadłych do siebie płaszczyznach i trzech różnych przekrojach.



- II. Obliczyć tolerancję normalną dla danego wymiaru nominalnego np. dla 1 i 7 klasy tolerancji.

Wartości dla klas 01,0,1 oblicza się z zależności:

$$IT_{01} = 0,3 + 0,008D$$

$$IT_0 = 0,5 + 0,012D$$

$$IT_1 = 0,8 + 0,020D$$

Wartości liczbowe dla wymiarów do 500 mm dla klas tolerancji od 5 do 18 ustala się ze wzoru:

$$IT = a * i$$

gdzie:

$IT$  – International Tolerance,

$a$  – współczynnik klasy tolerancji, w zależności od klasy tolerancji współczynnik ten przyjmuje wartości

Klasa tolerancji	Współczynnik klasy tolerancji
1	2
7	16
10	64

$i$  - funkcja jednostki tolerancji normalnej  $i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D$  [ $\mu\text{m}$ ]

$D$  – średnia geometryczna granic przedziału lub przedziału pośredniego  $D = \sqrt{D_{\min} \cdot D_{\max}}$

- III. Określić wymiar tolerowany mierzonego elementu.

- IV. Porównać otrzymane wyniki z wymiarami granicznymi wałka, aby dowiedzieć się czy są spełnione warunki poprawnego wykonania:

$$A_w < X \pm e_x < B_w$$

## **5. Sprawozdanie**

Sprawozdanie oprócz ogólnych wymagań wg [4] powinno zawierać: opracowanie zebranych wyników pomiarów:

- należy zamieścić obliczenia tolerancji normalnej IT dla mierzonego wałka i porównanie tych wyników z wartościami liczbowymi tolerancji dla wymiarów nominalnych zgodnie z normami polskimi,
- podać pełne oznaczenie wymiaru tolerowanego mierzonego elementu,
- zweryfikować możliwość wydania certyfikatu zgodności wykonania danego elementu z zadaną specyfikacją technologiczną.

## **Literatura**

- [1] Białas S.: *Metrologia techniczna z podstawami tolerowania wielkości geometrycznych dla mechaników*. Warszawa 2006, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [2] Humienny Z., Osanna P.H., Tamre M., Weckenmann A., Jakubiec W.: *Specyfikacje geometrii wyrobów. Podręcznik europejski*, Warszawa, WNT 2004.
- [3] Jakubiec W., Malinowski J.: *Metrologia wielkości geometrycznych*, WNT, Warszawa 2004.
- [4] Majda P.: *Laboratorium metrologii ITM ZUT, Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych, Temat: Ogólna instrukcja sporządzania sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych*, Szczecin 2010.
- [5] Olszak W., Marchelek K.: *Miernictwo warsztatowe: ćwiczenia laboratoryjne*, Wydawnictwo Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1967.
- [6] PN-EN 20286-1:1996 *Układ tolerancji i pasowań ISO. Podstawy tolerancji, odchyłek i pasowań*
- [7] PN-EN 20286-2:1996 *Układ tolerancji i pasowań ISO. Tablice klas tolerancji normalnych oraz odchyłek granicznych otworów i wałków*