



# Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych

## SPRAWOZDANIE

z ćwiczenia przeprowadzonego z miernictwa i techniki eksperymentu.

Zespół w składzie:

Łukasz Kusek  
Arkadiusz Maruszewski  
Karol Mazur  
Jacek Szczërba  
Piotr Szkopiak  
Hubert Tkacz

Grupa: C9D2

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Opis ćwiczenia</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Pomiar i błąd pomiarowy</b>	<b>2</b>
2.1	Błędy przypadkowe . . . . .	2
2.2	Obliczanie błędu przypadkowego . . . . .	3
2.3	Całkowite błędy przypadkowe . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Mierzony przedmiot</b>	<b>4</b>
3.1	Wizualizacja . . . . .	4
3.2	Rysunek techniczny z oznaczonymi wymiarami do zmierzenia . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Pomiary</b>	<b>5</b>
4.1	Wymiar A - średnica zewnętrzna . . . . .	5
4.2	Wymiar B - średnica wewnętrzna . . . . .	6
4.3	Wymiar C - długość . . . . .	6
4.4	Wymiar D - szerokość wcięcia . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Wnioski</b>	<b>6</b>

# 1 Opis ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie z metodami pomiaru wymiarów zewnętrznych i wewnętrznych, a w szczególności:

- przyrządami do wykonywania pomiarów,
- zasadami i warunkami wykonywania pomiarów,
- formą prezentacji pomiarów,
- praktyczną prezentacją pomiarów wymiarów zewnętrznych i wewnętrznych.

# 2 Pomiar i błąd pomiarowy

Wielkość fizyczna - właściwość ciała lub zjawiska fizycznego, której można przypisać wartość liczbową.

Pomiar - pewna sekwencja czynności doświadczalnych i obliczeniowych, prowadząca do wyznaczenia liczbowej wartości wielkości fizycznej. Ta wybrana sekwencja powinna minimalizować wpływ oddziaływań zewnętrznych na badane zjawisko i przyrządy pomiarowe.

Błąd pomiarowy przypadkowy (statystyczny) jest to średnia wartość zmiennych zaburzeń mierzonej wielkości fizycznej, pochodzących od wielu słabych oddziaływań zewnętrznych, lub skutek tzw. nieokreśloności obiektu. Błąd ten jest najczęściej nieznany, a wyznacza się go w pomiarach (razem z wartością pomiaru, jako tzw. błąd pojedynczego pomiaru).

Błąd pomiarowy systematyczny jest to stała, nieznana, wartość zmiany wyniku pomiaru, wynikająca z ograniczonego modelu fizycznego zjawiska, którym się (w danej chwili) posługujemy, ograniczonej metody pomiaru, czy też niewłaściwej kalibracji przyrządu pomiarowego; błąd ten ujawnia się zwykle dopiero po zmianie metody pomiaru lub modelu fizycznego zjawiska.

## 2.1 Błędy przypadkowe

Błąd przypadkowy manifestuje się rozrzutem wartości pomiaru przy jego powtarzaniu (pomiar wielokrotny):

- Małe a liczne zaburzenia pomiaru: efekty mechaniczne (zmienne tarcie, kurczliwość, wstrząsy), wahania napięcia zasilania przyrządów, prądy powietrza, zmienne pola elektromagnetyczne, itp.
- Błędy przypadkowe metody (np. błąd paralaksy)
- Błędy przypadkowe przyrządu Błąd (dokładność) przyrządu jest w błędem przypadkowym pod warunkiem, że przyrząd jest dobrze wykalibrowany, w przeciwnym razie do błędu przypadkowego dochodzi jeszcze błąd systematyczny.
- Błąd przypadkowy obiektu

## 2.2 Obliczanie błędu przypadkowego

Niech

- $x$  - wielkość fizyczna mierzona,
- $x_i$  - wartości zmierzone, gdzie:  $i = 1, \dots, n$ ,
- $n$  - liczba pomiarów.

Szukamy wartości błędu pomiarowego pojedynczego pomiaru  $\sigma$ , charakteryzującej warunki pomiaru.

W statystyce matematycznej można wykazać, że:

$$\mu \cong \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{- średnia wyników pomiarów} \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n}} \quad \text{- błąd (średni kwadratowy) pojedynczego pomiaru} \quad (2)$$

Ponieważ zamiast ścisłej wartości  $\mu$  dysponujemy tylko jej przybliżeniem  $\bar{x}$  to zamiast powyższego wzoru stosujemy

$$\sigma \cong \Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{- błąd (średni kwadratowy) pojedynczego pomiaru} \quad (3)$$

$\Delta x$  jest błędem pojedynczego pomiaru, charakteryzującym warunki pomiaru.

Błąd wartości pomiaru będzie zależny również od krotności pomiarów  $n$ :

$$\Delta \bar{x} = \frac{\Delta x}{\sqrt{n}} \quad \text{- błąd wartości średniej} \quad (4)$$

Ostatecznie

$$\bar{x} \pm \Delta \bar{x} \quad \text{- wynik pomiaru}$$

Obliczamy również błąd względny

$$\frac{\Delta \bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

## 2.3 Całkowite błędy przypadkowe

W poprzednim punkcie nie braliśmy pod uwagę błędów wprowadzonych przez przyrząd. Przyrząd jest źródłem dodatkowej składowej błędu przypadkowego - błędu przypadkowego przyrządu

$$\Delta x_c \approx \sqrt{(\Delta \bar{x})^2 + (\Delta x_p)^2} \quad (5)$$

gdzie

- $x_c$  - całkowity błąd pomiarowy
- $\Delta \bar{x}$  - błąd wartości średniej

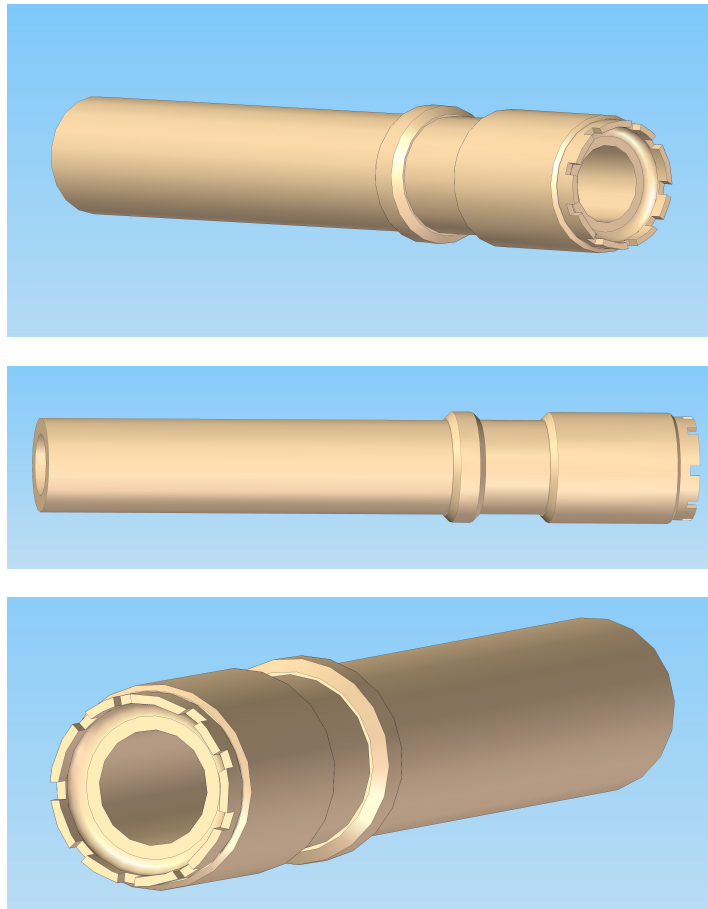
- $x_p$  - błąd przyrządu

Wynik pomiaru można zatem zapisać

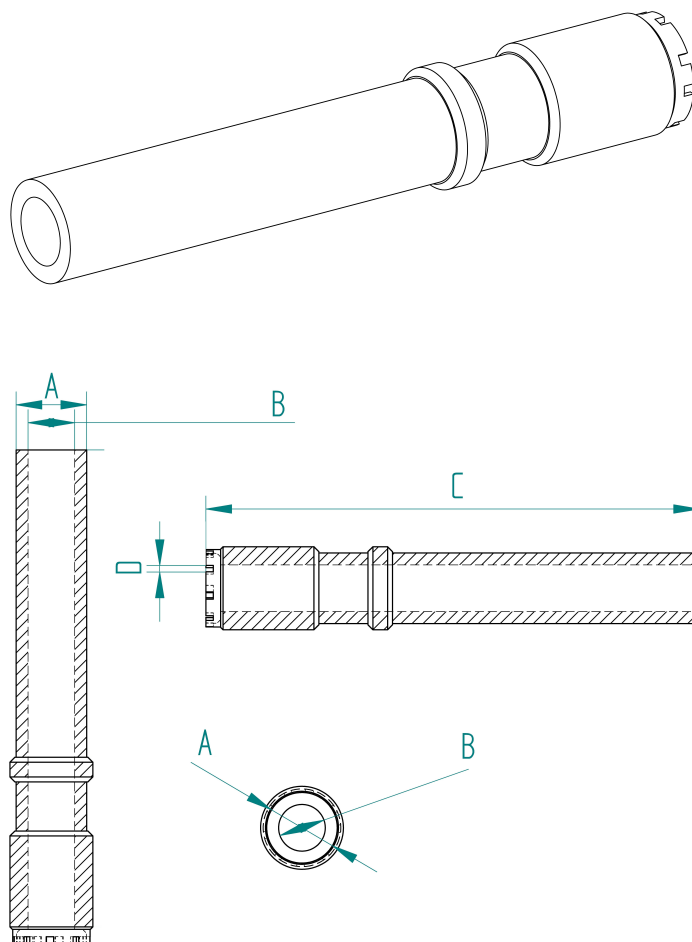
$$\bar{x} \pm \Delta x_c$$

### 3 Mierzony przedmiot

#### 3.1 Wizualizacja



### 3.2 Rysunek techniczny z oznaczonymi wymiarami do zmierzenia



## 4 Pomiary

### 4.1 Wymiar A - średnica zewnętrzna

Pomiar suwmiarką.

1	2	3	4	5	6	$\bar{A}$	$\Delta A$	$\Delta \bar{A}$	Błąd względny	$\Delta A_p$	$\Delta A_c$
5,77	5,76	5,76	5,76	5,77	5,77	5,7633	0,0052	0,0021	0,04%	0,0100	0,0102

$$A \cong 5,763 \pm 0,011[cm]$$

## 4.2 Wymiar B - średnica wewnętrzna

Pomiar średnicówką czujnikową.

1	2	3	4	5	6	$\bar{A}$	$\Delta A$	$\Delta \bar{A}$	Błąd względny	$\Delta A_p$	$\Delta A_c$
3,805	3,805	3,794	3,803	3,800	3,796	3,8005	0,0047	0,0019	0,05%	0,0010	0,0022

$$B \cong 3,8005 \pm 0,0022[cm]$$

## 4.3 Wymiar C - długość

Pomiar linijką.

1	2	3	4	5	6	$\bar{A}$	$\Delta A$	$\Delta \bar{A}$	Błąd względny	$\Delta A_p$	$\Delta A_c$
40,4	40,5	40,4	40,4	40,4	40,5	40,43	0,052	0,021	0,05%	0,10	0,011

$$C \cong 40,43 \pm 0,011[cm]$$

## 4.4 Wymiar D - szerokość wcięcia

Pomiar suwmiarką.

1	2	3	4	5	6	$\bar{A}$	$\Delta A$	$\Delta \bar{A}$	Błąd względny	$\Delta A_p$	$\Delta A_c$
0,60	0,61	0,59	0,60	0,60	0,61	0,6017	0,0075	0,0031	0,5%	0,0100	0,011

$$D \cong 0,602 \pm 0,011[cm]$$

## 5 Wnioski

- Biorąc pod uwagę wartości otrzymanych pomiarów (są one w większości identyczne bądź bardzo podobne do siebie) wykonanych prostymi przyrządami mierniczymi, tj. suwmiarką i linijką, możemy stwierdzić, że proces mierzenia został wykonany z dużą dokładnością.
- Wykorzystanie do mierzenia średnicy wewnętrznej badanego przedmiotu średnicówki czujnikowej, pozwoliło na uzyskanie dokładniejszych wyników (w mikrometrach). Możemy zatem stwierdzić, że jest ona bardzo dokładnym i wyspecjalizowanym narzędziem pomiarowym.
- Suwmiarka i linijka nie są tak dokładnymi narzędziami pomiarowymi jak średnicówka mikrometryczna (błąd linijki wynosi aż 1 mm), ale do wykonania prostych pomiarów np. pomiar długości lub szerokości, narzędzia typu suwmiarka, linijka są wystarczające.
- Błędy jakimi są obciążone narzędzia pomiarowe powodują, że nie jesteśmy w stanie poznać wartości rzeczywistej wielkości mierzonej, jednak używanie narzędzi posiadających mały błąd (w tym przypadku średnicówki czujnikowej) przybliża nas do tej wartości, a tym samym pozwala wykonać dokładniejszy pomiar.