

|   |  |                   |       |
|---|--|-------------------|-------|
| <b>POLITECHNIKA POZNAŃSKA</b><br><b>Instytut Technologii Mechanicznej</b><br>Zakład Metrologii i Systemów Pomiarowych | .....<br>(Imię i nazwisko)   |                   |       |
|   | Wydział .....Kierunek .....Grupa .....   |                   |       |
|   | Rok studiów ..... Semestr ..... Rok akad. 20...../20.....  |                   |       |
| <b>LABORATORIUM METROLOGII</b>  | Data wykonania ćw.   | Data oddania spr. | Uwagi |
|   | <b>SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO</b><br><b>TEMAT: STATYSTYCZNA ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW</b> |                   |       |

**ZADANIE 1. Pomiar części typu ....., o wymiarze nominalnym  $d_{nom} = \dots\dots\dots$  mm oraz eliminacja błędów nadmiernych**

Tablica 1. Wyniki pomiaru odchyłek od średnicy nominalnej wewnętrznej otworów lub zewnętrznej wałeczków [ $\mu\text{m}$ ] (10 najmniejszych i 10 największych wartości)

|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                   |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| min <sub>1</sub> | min <sub>2</sub> | min <sub>3</sub> | min <sub>4</sub> | min <sub>5</sub> | min <sub>6</sub> | min <sub>7</sub> | min <sub>8</sub> | min <sub>9</sub> | min <sub>10</sub> |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                   |
| max <sub>1</sub> | max <sub>2</sub> | max <sub>3</sub> | max <sub>4</sub> | max <sub>5</sub> | max <sub>6</sub> | max <sub>7</sub> | max <sub>8</sub> | max <sub>9</sub> | max <sub>10</sub> |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                   |

Dla wszystkich zmierzonych odchyłek częściowo podanych w tablicy 1 parametry rozkładu wynoszą:

$$\bar{x} = \dots\dots\dots \quad \hat{s} = \dots\dots\dots$$

$$\bar{x} - 3\hat{s} = \dots\dots\dots \quad \bar{x} + 3\hat{s} = \dots\dots\dots$$

Pomiary odrzucone z powodu błędów nadmiernych: .....  
(zaznaczć w tablicy 1)  $N = \dots\dots\dots$

**ZADANIE 2. Obliczenie parametrów przedziałów klasowych, częstości względnych**

$$0,5\sqrt{N} \leq k \leq \sqrt{N} : \dots\dots\dots$$

$$k = 1 + 3,3 \log N : \dots\dots\dots$$

$$k < 5 \log N : \dots\dots\dots$$

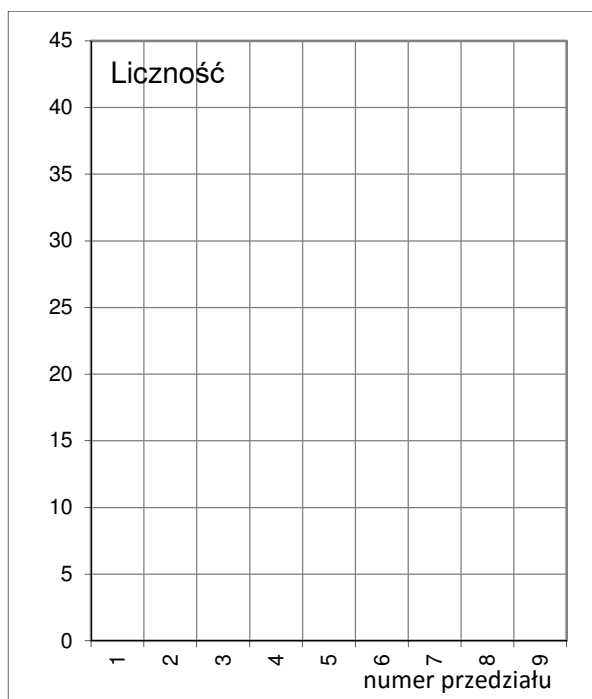
- a) rozstęp  $R = \dots\dots\dots \mu\text{m}$ ,
- b) liczba przedziałów klasowych  $k = \dots\dots\dots$ ,
- c) szerokość przedziału klasowego  $h = \dots\dots\dots \mu\text{m}$

Tablica 2. Parametry częstotliwościowe przedziałów klasowych

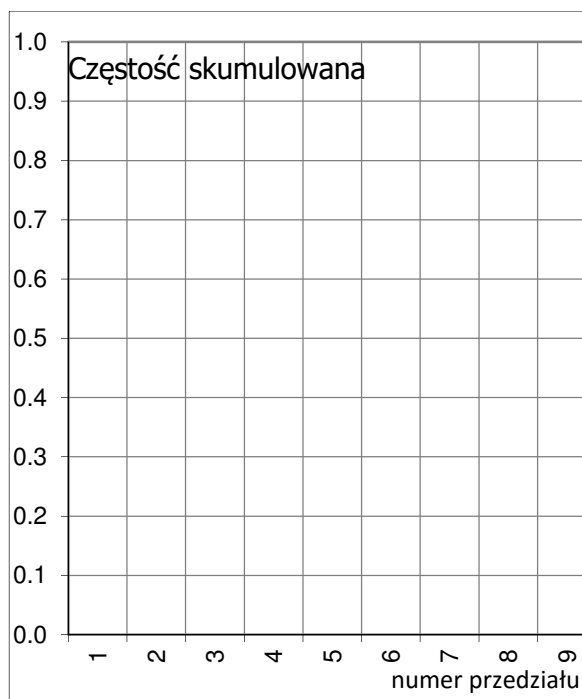
|  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr przedziału                                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Granice przedziału klasowego [ $\mu\text{m}$ ] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Liczność $n_i$                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Częstość Względna $n_i/N$                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Częstość skumulowana                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

$$N = \sum_{i=1}^k n_i = \dots\dots\dots$$

### ZADANIE 3. Histogram, wykres dystrybuanty empirycznej



histogram,



dystrybuanta empiryczna

### ZADANIE 4. Obliczenie parametrów rozkładu dla szeregów rozdzielczych

Tablica 3. Wartości momentów rozkładu średnic otworów  $x_i$

| Nr przedziału | Granice przedziału klasowego [ $\mu\text{m}$ ] | Środek przedziału $x_i^*$ | Liczność $n_i$ | Obliczenie            | Moment                            | Moment                              | Moment                              |
|---------------|--|---------------------------|----------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|               |  |                           |                | średniej $(x_i^*)n_i$ | 1-go rzędu $(x_i^* - \bar{x})n_i$ | 2-go rzędu $(x_i^* - \bar{x})^2n_i$ | 3-go rzędu $(x_i^* - \bar{x})^3n_i$ |
| 1             |  |                           |                |                       |                                   |                                     |                                     |
| 2             |  |                           |                |                       |                                   |                                     |                                     |
| 3             |  |                           |                |                       |                                   |                                     |                                     |
| 4             |  |                           |                |                       |                                   |                                     |                                     |
| 5             |  |                           |                |                       |                                   |                                     |                                     |
| 6             |  |                           |                |                       |                                   |                                     |                                     |
| 7             |  |                           |                |                       |                                   |                                     |                                     |
| 8             |  |                           |                |                       |                                   |                                     |                                     |
| 9             |  |                           |                |                       |                                   |                                     |                                     |
| Suma          |  |                           |                |                       |                                   |                                     |                                     |

średnia  $\bar{x} = \dots \mu\text{m}$

wariancja z próby  $s^2 = \dots$  ,

odchylenie średnie  $s = \dots \mu\text{m}$

asymetria  $g_1 = \dots$  .

### ZADANIE 5. Obliczenie odchylenia średniego parametru oceny asymetrii

odchylenie średnie parametru oceny asymetrii  $s_{g1} = \dots$  .

## ZADANIE 6. Przedstawienie funkcji gęstości rozkładu normalnego i dystrybuanty

funkcja gęstości rozkładu normalnego

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \dots\dots\dots$$

funkcję dystrybuanty

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dx \dots\dots\dots$$

Wartości dystrybuanty odczytujemy z tablic.

## ZADANIE 7. Sprawdzenie hipotezy o normalności rozkładu zmiennej losowej

Obliczenie wartości standaryzowanych zmiennej losowej, prawdopodobieństw w przedziałach i teoretycznych licznosci.

Tablica 4. Parametry częstościowe przedziałów klasowych

| nr przedziału | Granice przedz. klas. [μm] | Licznosc $n_i$ | Przedziały standaryzowane $(u_{i-1}; u_i]$ | $F(u_i)$ | $p_i$ | $np_i$ | $\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$ |
|---------------|----------------------------|----------------|--|----------|-------|--------|-------------------------------|
| 1             |                            |                |  |          |       |        |                               |
| 2             |                            |                |  |          |       |        |                               |
| 3             |                            |                |  |          |       |        |                               |
| 4             |                            |                |  |          |       |        |                               |
| 5             |                            |                |  |          |       |        |                               |
| 6             |                            |                |  |          |       |        |                               |
| 7             |                            |                |  |          |       |        |                               |
| 8             |                            |                |  |          |       |        |                               |
| 9             |                            |                |  |          |       |        |                               |
| X             | Suma                       |                | X  | X        |       |        |                               |

- a) obliczenie wartości statystyki  $\chi_{obl}^2 = \dots\dots\dots$ ,
- b) współczynnik istotności  $\alpha = \dots\dots\dots$ ,
- c) liczba stopni swobody  $r = k - l - 1 = \dots\dots\dots$ ,
- d) wartość krytyczna  $\chi_{r,1-\alpha}^2 = \dots\dots\dots$ ,
- e) wynik testu zgodności (wpisać relację)  $\chi_{obl}^2$        $\chi_{r,1-\alpha}^2$

hipoteza o zgodności rozkładu empirycznego średnicy elementów z rozkładem normalnym:

- przyjęta      ,
- odrzucona            (zaznaczyć „x”).

---

**ZADANIE 8. Obliczenie granic przedziałów ufności dla wartości oczekiwanej, odchylenia standardowego i zmiennej losowej**

współczynnik istotności  $\alpha = \dots\dots\dots$  ;      prawdopodobieństwo  $p = 1 - \alpha = \dots\dots\dots$  ,  
liczność próbek  $N = \dots\dots\dots$  ;

- a) przedział ufności dla wartości oczekiwanej  $\mu$
- kwantyl rozkładu normalnego  $u_\alpha = \dots\dots\dots$  ;
  - długość przedziału  $\varepsilon = \dots\dots\dots$  ;
  - przedział ufności:

$$\bar{x} - \varepsilon < \mu < \bar{x} + \varepsilon$$

$\dots\dots\dots < \mu < \dots\dots\dots$

- b) przedział ufności dla odchylenia standardowego  $\sigma$
- kwantyl rozkładu normalnego  $u_\alpha = \dots\dots\dots$  ;
  - współczynnik  $\rho = \dots\dots\dots$  ;
  - przedział ufności:

$$\frac{s}{1+\rho} < \sigma < \frac{s}{1-\rho}$$

$\dots\dots\dots < \sigma < \dots\dots\dots$

- c) przedział ufności dla zmiennej losowej
- kwantyl rozkładu normalnego  $u_\alpha = \dots\dots\dots$  ;
  - długość przedziału  $\varepsilon = \dots\dots\dots$  ;
  - przedział ufności:

$$\bar{x} - \varepsilon < \mu < \bar{x} + \varepsilon$$

$\dots\dots\dots < \Delta d < \dots\dots\dots$

- liczba pomiarów odchyłek średnic mieszcząca się w obliczonym przedziale  
 $N_p = \dots\dots\dots$  ;      procent pomiarów mieszczących się w przedziale  
 $N_p/N \cdot 100\% = \dots\dots\dots$  ;

**Wnioski**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....