

# Tallinna Tehnikaülikool

## Füüsikainstituut

Üliõpilane: Meelis Saluvee

Teostatud: 24. september 1999

Õpperühm: LAP 13

Kaitstud:

Töö nr: 1

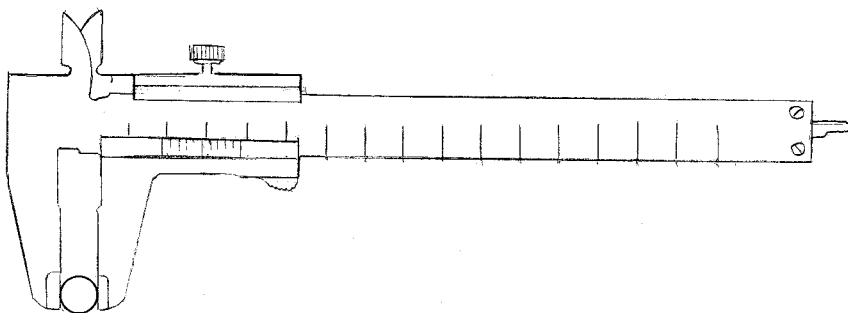
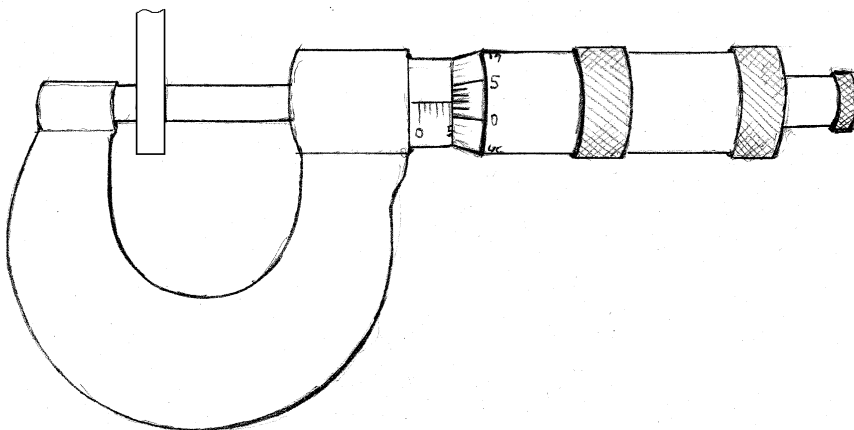
OT allkiri:

## ÜLDMÕÕTMISED

**Töö eesmärk:** Tutvumine nooniusega. Nihiku ja kruviku kasutamine pikkuse mõõtmisel.

**Töövahendid:** nihik, kruvik, mõõdetavad esemed (plaat ja toru).

### Skeem



## Katseandmete tabelid

Katsekeha paksuse mõõtmine nihikuga nr. ....

Nooniuse täpsus  $T = \dots\dots\dots$  mm, null-lugem –  $\dots\dots\dots$  mm.

Katse nr.	$d_i$ , mm	$\bar{d} - d_i$ , mm	$(\bar{d} - d_i)^2$ , mm <sup>2</sup>
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

$\bar{d} = \dots\dots\dots$

Antud toru sise- ja välisläbimõõdu mõõtmine nihikuga nr. ....

Nooniuse täpsus  $T = \dots\dots\dots$  mm, null-lugem –  $\dots\dots\dots$  mm.

Katse nr.	$d_{i \text{ sise}}$ , mm	$\bar{d} - d_{i \text{ sise}}$ , mm	$(\bar{d} - d_{i \text{ sise}})^2$ , mm <sup>2</sup>	$d_{i \text{ välis}}$ , mm	$\bar{d} - d_{i \text{ välis}}$ , mm	$(\bar{d} - d_{i \text{ välis}})^2$ , mm <sup>2</sup>
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						

$\bar{d} = \dots\dots\dots$

$\bar{d} = \dots\dots\dots$

Katsekeha paksuse mõõtmise kruvikuga nr. ....

Nooniuse täpsus  $T = \dots\dots\dots$  mm, null-lugem –  $\dots\dots\dots$  mm.

Katse nr.	$d_i$ , mm	$\bar{d} - d_i$ , mm	$(\bar{d} - d_i)^2$ , mm <sup>2</sup>
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

$\bar{d} = \dots\dots\dots$

## Arvutused ja veaarvutused

### Katsekeha paksuse mõõtmine nihikuga.

$$\bar{d} = 4.76 \text{ cm}$$

$$t_{9,0.95} = 2.3$$

$$\sum_{i=1}^{10} (d_i - \bar{d})^2 = 2.0 \cdot 10^{-2} + 4 \cdot 1.6 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 3.6 \cdot 10^{-3} = 0.0444 \text{ mm}$$

$$\Delta d_j = t_{n-1, \beta} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n \cdot (n-1)}} = 2.3 \cdot \sqrt{\frac{0.0444}{10 \cdot 9}} = 2.3 \cdot \sqrt{\frac{0.0444}{90}} = 0.05 \text{ mm}$$

Nihiku lubatud põhiviga on nooniuse jaotise väärtus, seega  $\Delta p = 0.1 \text{ mm}$

$$t_{\infty, 0.95} = 2.0$$

$$\Delta d = \sqrt{(\Delta d_j)^2 + \left(t_{\infty, \beta} \cdot \frac{\Delta p}{3}\right)^2} = \sqrt{0.05^2 + \left(2.0 \cdot \frac{0.1}{3}\right)^2} = 0.08 \text{ mm}$$

Vastus: katsekeha paksus  $d = (4.76 \pm 0.08) \text{ mm}$ , usutavusega 0.95.

### Katsekeha paksuse mõõtmine kruvikuga.

$$\bar{d} = 4.827 \text{ cm}$$

$$t_{9,0.95} = 2.3$$

$$\sum_{i=1}^{10} (d_i - \bar{d})^2 = 2.89 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 1.69 \cdot 10^{-4} + 3 \cdot 4.90 \cdot 10^{-5} + 4 \cdot 9.00 \cdot 10^{-6} = 0.00081 \text{ mm}$$

$$\Delta d_j = t_{n-1, \beta} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n \cdot (n-1)}} = 2.3 \cdot \sqrt{\frac{0.00081}{10 \cdot 9}} = 2.3 \cdot \sqrt{\frac{0.00081}{90}} = 0.007 \text{ mm}$$

Kruvikuga lubatud põhiviga  $\Delta p = 0.004 \text{ mm}$

$$t_{\infty, 0.95} = 2.0$$

$$\Delta d = \sqrt{(\Delta d_j)^2 + \left(t_{\infty, \beta} \cdot \frac{\Delta p}{3}\right)^2} = \sqrt{0.007^2 + \left(2.0 \cdot \frac{0.004}{3}\right)^2} = 0.007 \text{ mm}$$

Vastus: katsekeha paksus  $d = (4.827 \pm 0.007) \text{ mm}$ , usutavusega 0.95.

**Toru siseläbimõõdu mõõtmise nihikuga.**

$$\bar{d}_s = 31.47 \text{ cm} \qquad t_{9,0.95} = 2.3$$

$$\sum_{i=1}^{10} (d_i - \bar{d})^2 = 1.7 \cdot 10^{-2} + 5 \cdot 9.0 \cdot 10^{-4} + 4 \cdot 4.9 \cdot 10^{-3} = 0.411 \text{ mm}$$

$$\Delta d_j = t_{n-1, \beta} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n \cdot (n-1)}} = 2.3 \cdot \sqrt{\frac{0.411}{10 \cdot 9}} = 2.3 \cdot \sqrt{\frac{0.411}{90}} = 0.16 \text{ mm}$$

Nihiku lubatud põhiviga on nooniusse jaotise väärtus, seega  $\Delta p = 0.1 \text{ mm}$

$$t_{\infty, 0.95} = 2.0$$

$$\Delta d = \sqrt{(\Delta d_j)^2 + \left(t_{\infty, \beta} \cdot \frac{\Delta p}{3}\right)^2} = \sqrt{0.16^2 + \left(2.0 \cdot \frac{0.1}{3}\right)^2} = 0.17 \text{ mm}$$

Vastus: toru siseläbimõõt  $d = (31.47 \pm 0.17) \text{ mm}$ , usutavusega 0.95.

**Toru välisläbimõõdu mõõtmise nihikuga.**

$$\bar{d}_v = 35.17 \text{ cm} \qquad t_{9,0.95} = 2.3$$

$$\sum_{i=1}^{10} (d_i - \bar{d})^2 = 2 \cdot 1.7 \cdot 10^{-2} + 2 \cdot 2.9 \cdot 10^{-2} + 5.3 \cdot 10^{-2} + 3 \cdot 4.9 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 9.0 \cdot 10^{-4} = 0.162 \text{ mm}$$

$$\Delta d_j = t_{n-1, \beta} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n \cdot (n-1)}} = 2.3 \cdot \sqrt{\frac{0.162}{10 \cdot 9}} = 2.3 \cdot \sqrt{\frac{0.162}{90}} = 0.10 \text{ mm}$$

Nihiku lubatud põhiviga on nooniusse jaotise väärtus, seega  $\Delta p = 0.1 \text{ mm}$

$$\Delta d = \sqrt{(\Delta d_j)^2 + \left(t_{\infty, \beta} \cdot \frac{\Delta p}{3}\right)^2} = \sqrt{0.10^2 + \left(2.0 \cdot \frac{0.1}{3}\right)^2} = 0.12 \text{ mm}$$

Vastus: toru välisläbimõõt  $d = (35.17 \pm 0.12) \text{ mm}$ , usutavusega 0.95.

### Toru ristlõikepindala arvutamine.

$$S = \frac{\pi}{4}(d_v^2 - d_s^2)$$

$$S = \frac{3.14}{4}(35.17^2 - 31.47^2) = 193.56 \text{ mm}^2$$

$$\frac{\partial S}{\partial \pi} \cdot \Delta \pi = \frac{d_v^2 - d_s^2}{4} \cdot \Delta \pi = \frac{35.17^2 - 31.47^2}{4} \cdot 0.002 = 0.123$$

$$\frac{\partial S}{\partial d_s} \cdot \Delta d_s = -\frac{\pi}{2} \cdot d_s \cdot \Delta d_s = -1.57 \cdot 31.47 \cdot 0.12 = -5.93$$

$$\frac{\partial S}{\partial d_v} \cdot \Delta d_v = \frac{\pi}{2} \cdot d_v \cdot \Delta d_v = 1.57 \cdot 35.17 \cdot 0.17 = 9.39$$

$$\Delta S = \sqrt{\left(\frac{\partial S}{\partial \pi} \cdot \Delta \pi\right)^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial d_s} \cdot \Delta d_s\right)^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial d_v} \cdot \Delta d_v\right)^2} = \sqrt{(0.123)^2 + (-5.93)^2 + (9.39)^2} = 11.10 \text{ mm}^2$$

Vastus: toru ristlõikepindala  $S = (193.56 \pm 11.10) \text{ mm}^2$ , usutavusega 0.95.

### Suhteliste vigade arvutamine

$$\delta = \frac{\Delta d}{\bar{d}} \cdot 100 \% = \frac{0.08}{4.76} \cdot 100 \% = 1.68 \%$$

$$\delta = \frac{\Delta d}{\bar{d}} \cdot 100 \% = \frac{0.007}{4.827} \cdot 100 \% = 0.15 \%$$

$$\delta = \frac{\Delta d_s}{\bar{d}_s} \cdot 100 \% = \frac{0.17}{31.47} \cdot 100 \% = 0.54 \%$$

$$\delta = \frac{\Delta d_v}{\bar{d}_v} \cdot 100 \% = \frac{0.012}{35.17} \cdot 100 \% = 0.34 \%$$

$$\delta = \frac{\Delta S}{\bar{S}} \cdot 100 \% = \frac{11.10}{193.56} \cdot 100 \% = 5.73 \%$$

# Järeldus

## Mõõtmiste tulemused:

Katsekeha paksus mõõtmisel nihikuga:  $d = (4.76 \pm 0.08)$  mm, usutavusega 0.95.

Suhteline viga: 1.68 %

Katsekeha paksus mõõtmisel kruvikuga:  $d = (4.827 \pm 0.007)$  mm, usutavusega 0.95.

Suhteline viga: 0.15 %

Toru siseläbimõõt :

$d_s = (31.47 \pm 0.17)$  mm, usutavusega 0.95.

Suhteline viga: 0.54 %

Toru välisläbimõõt:

$d_v = (35.17 \pm 0.12)$  mm, usutavusega 0.95.

Suhteline viga: 0.34 %

Toru ristlõikepindala:

$S = (193.56 \pm 11.10)$  mm<sup>2</sup>, usutavusega 0.95.

Suhteline viga: 5.73 %

## Järeldused:

Nagu mõõtmiste tulemustest näha, on kruvikuga mõõtmine ligikaudu ühe suurusjärgu võrra täpsem kui nihikuga mõõtmine. Suhteline viga on nihikuga mõõtmisel samuti suurem kui kruvikuga mõõtmisel.

Töös kasutatud meetodil on pindala määramise viga suhteliselt suur, kuna pindala leitakse kasutades lahutustehet.

Enne mõõtmist tuleb selgitada, kui suurt täpsust on vaja saavutada. Vastavalt sellele tuleb valida sobiv mõõtevahend (käesoleval juhul kas kruvik või nihik).

## Spikker

1. Mõõtmine on antud füüsilise suuruse võrdlemine teise sellesama suuruse alalt võetud ühikuga (etaloniga).
2. Noonius tõstab mõõteriista täpsust, kuna hinnata saab ka kümnendikke, sajandikke jne.
3.  $T = a - a_n = a/n$  . (a – põhiskaala jaotise pikkus,  $a_n$  – nooniusse jaotise pikkus, n – nooniusse jaotiste arv).
4. **Absoluutne viga  $\alpha = x - X$  (x – saadud mõõt arv, X – suuruse tõeline väärtus). Nooniusse kasutamisel on absoluutne viga  $\pm T$ .**
5.  **$T = 3 - 29/10 = 0.1$  mm**
6. Määratakse skaala lugem M. Leitakse, mitmes nooniusse kriips (N) ühtib mõne põhiskaala kriipsuga. See korrutatakse nooniusse täpsusega T. tulemus = M + T \* N.
- 7.

$$\Delta V = V \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta a}{a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta c}{c}\right)^2}$$

8. Relatiivne viga = absoluutne viga / suuruse tõeline väärtus. Iseloomustab, kui täpselt on antud suurus mõõdetud, võrreldes tema tõelise väärtusega.
9. **Absoluutne viga on  $\pm 0.05$  mm, relatiivne viga on  $0.05/5.35 \cdot 100 = 0.93$  %**
10. Keerme samm / ringskaala jaotiste arv.
11. Et surve oleks alati ühesugune.
12. Suruda mõõtepinnad tihedalt üksteise vastu ja määrata lugem.
13.  $1000000 \mu\text{m} = 1000 \text{ mm} = 100 \text{ cm} = 10 \text{ dm} = 1 \text{ m} = 0.001 \text{ km}$ .
14.  $T = (27-25.5) - (32.5-25.5)/5 = 0.1$  cm. Väärtused on 0, 1, 2, 3, 4, 5
15.  $T = (14.5-13.5) - (18-3.5)/5 = 0.1$  mm. Lugem on  $13.5 + 2 \cdot 0.1 = 13.7$  mm.
16.  $M = 11^\circ 52'$