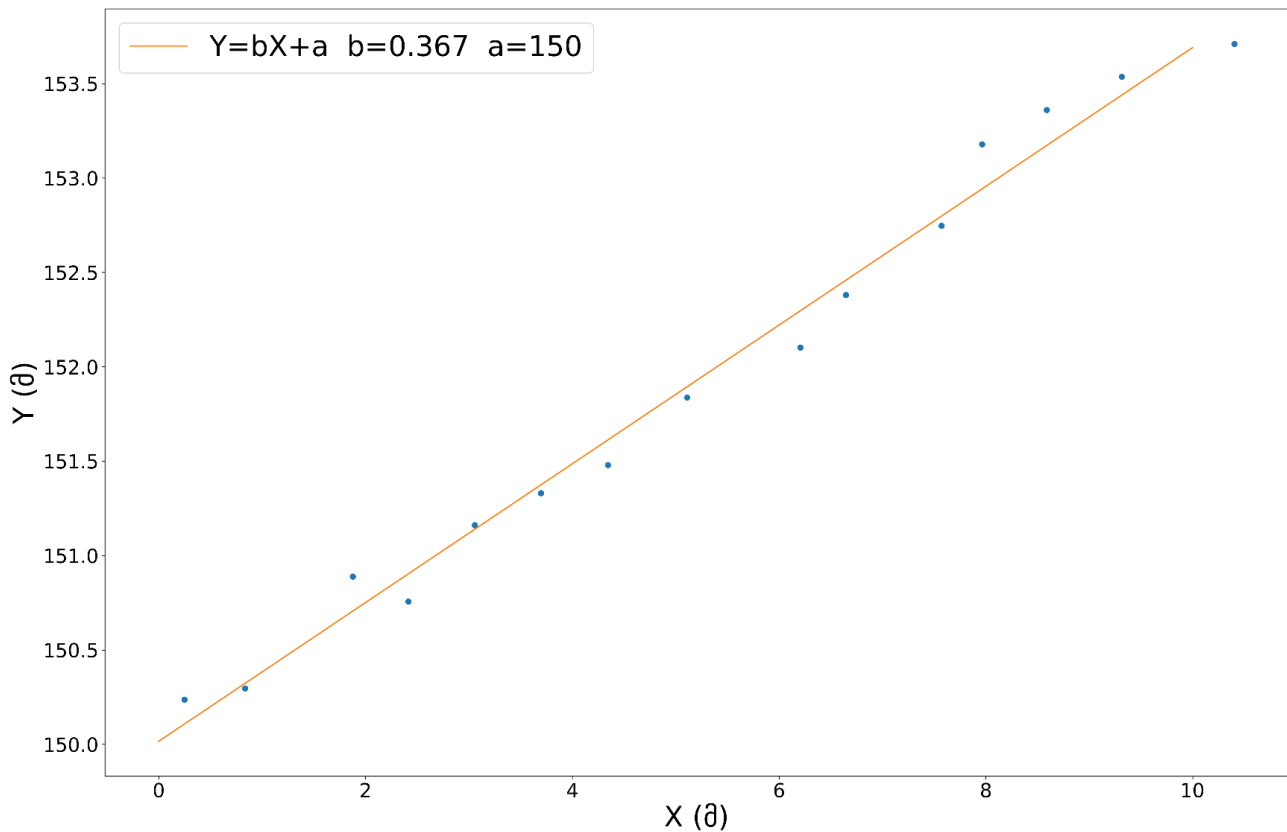


## მონაცემების დამუშავება (15 ქულა)

### ნაწილი 1: წრფივი რეგრესია (1.6 ქულა)

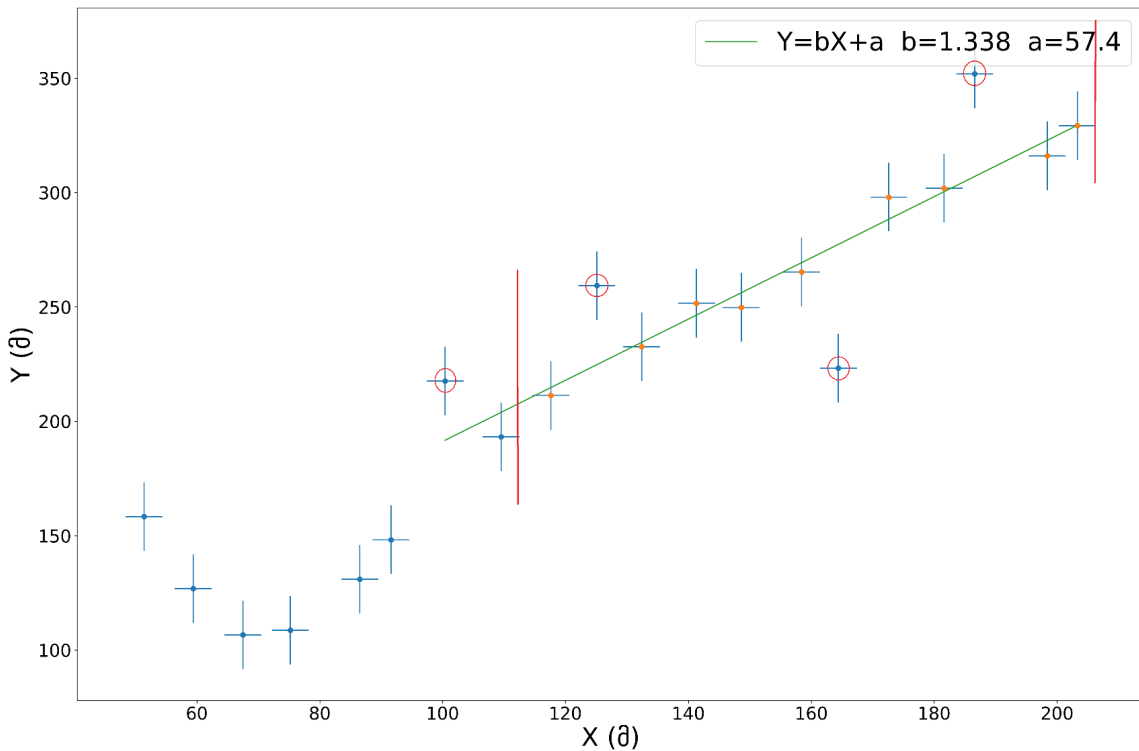
სწორი განზომილებები ღერძებზე, მითითებულია მასშტაბი.	0.1
წერტილების რაოდენობა გრაფიკზე $N \geq 12$ , $N > 8$ , $N > 4$	0.6/0.4/0.2
წერტილები გრაფიკის 1/2-ზე მეტზეა მიმობნეული	0.2
შესაბამისი დახრის წრფე დახატულია გრაფიკზე	0.2
კოეფიციენტები სწორადაა დათვლილი გრაფიკის გამოყენებით	0.25
კოეფიციენტები სწორადაა დათვლილი კალკულატორის გამოყენებით	0.25



$b = 0.367$  მ/წმ,  $a = 150.02$  მ.

**ნაწილი 2: წრფივობის უბანი (2.6 ქულა)**

სწორი განზომილებები ღერძებზე, მითითებულია მასშტაბი.	0.1
წერტილების რაოდენობა გრაფიკზე $N \geq 12, N > 8, N > 4$	0.6/0.4/0.2
წერტილები გრაფიკის 1/2-ზე მეტზეა მიმობნეული	0.1
ცლომილებები დაგანილია გრაფიკზე (ყველა წერტილისათვის)/ნაწილი	0.2/0.1
წრფივობის უბანი სწორად არის მონიშნული	0.2
არასწორი წერტილები გადახაზულია	0.2
შესაბამისი დახრის წრფე დახატულია გრაფიკზე	0.2
კოეფიციენტები სწორადაა დათვლილი გრაფიკის გამოყენებით	0.25
კოეფიციენტები სწორადაა დათვლილი კალკულატორის გამოყენებით	0.25
ფუნქციის მინიმუმი დათვლილია შედარებით ზუსტი მეთოდით (აღებულია მინიმუმი ანათვალა)	0.5 / 0.1



წითელ ვეგრტიკალურ ხაზებს შორის მოქცეულია წრფივი უბანი. წითელი წრეებით შემოხაზულია არასწორი ანათვლები. გაყვითლებული წერტილები გამოვიყენეთ წრფის პარამეტრების საპოვნელად.

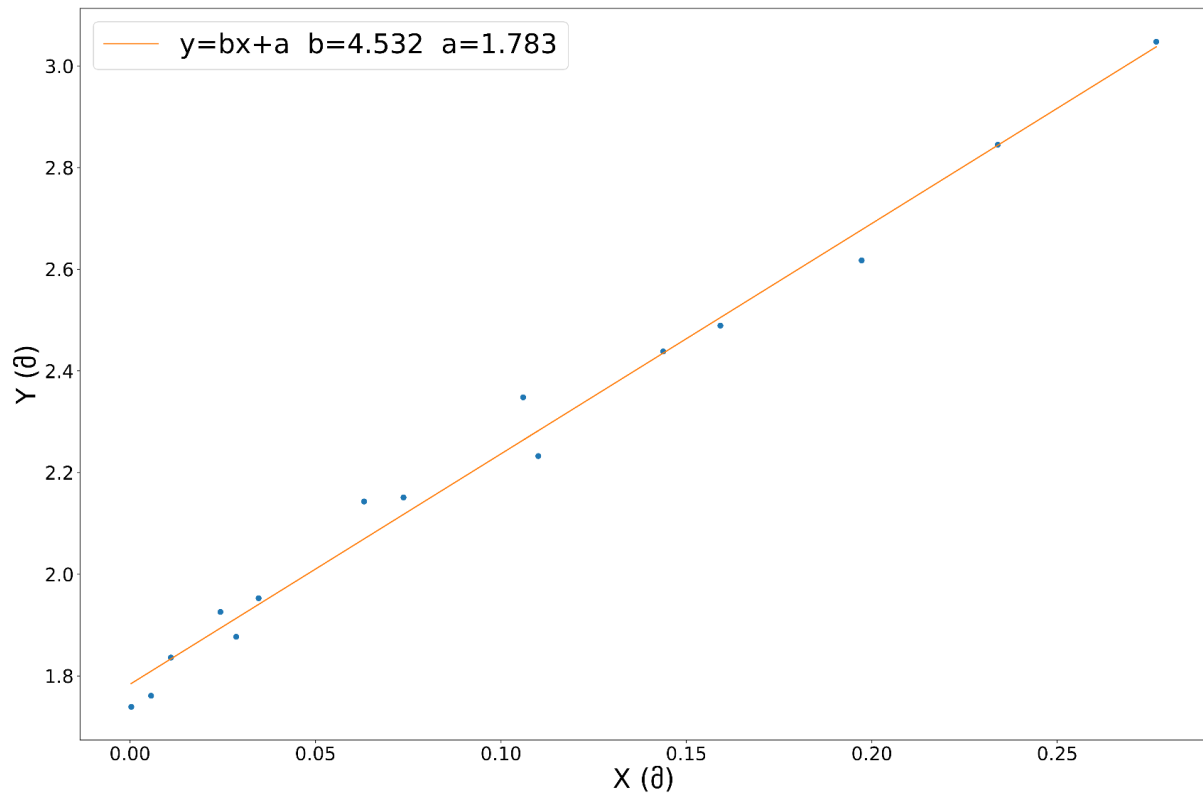
$b = 1.34 \text{ მ/წმ}, a = 57.4 \text{ მ}.$

მინიმუმის საპოვნელად ავიღოთ 3 ყველაზე მცირე მნიშვნელობის მქონე ანათვალი, მოვარგოთ მას პარაბოლა და ვიპოვოთ წვეროს კოორდინატები  $X_0 = 70.6 \text{ წმ}, Y_0 = 103.6 \text{ მ}.$  შესაბამისად მინიმალური მნიშვნელობა  $Y_{\text{მინ}} = 105.0 \text{ მ}$

X წმ	Y მ
59.4	126.9
67.5	106.7
75.2	108.7

**ნაწილი 3: მონაცემების დამუშავება კალკულატორით და წრფივი გრაფიკის აგება (2.1 ქულა)**

წრფივად დამოკიდებულების ფორმულა სწორია	0.2
ცხრილი შეესებულება სწორი სიდიდეებით $N \geq 12, N > 8, N > 4$	0.5/0.3/0.1
სწორი განზომილებები ღერძებზე, მითითებულია მასშტაბი.	0.1
წერტილების რაოდენობა გრაფიკზე $N \geq 12, N > 8, N > 4$	0.6/0.4/0.2
წერტილები გრაფიკის 1/2-ზე მეტზე მიმობნეული	0.2
შესაბამისი დახრის წრფე დახატულია გრაფიკზე	0.2
კოეფიციენტები სწორად არის გამოთვლილი	0.3



ცხრილი 3

X	Y	$X^2$	$\ln(Y)$
0.01722	5.692	0.00030	1.739
0.07522	5.819	0.00566	1.761
0.10492	6.272	0.01101	1.836
0.15598	6.861	0.02433	1.926
0.16911	6.534	0.02860	1.877
0.18617	7.050	0.03466	1.953

0.25112	8.527	0.06306	2.143
0.27151	8.593	0.07372	2.151
0.33174	9.323	0.11005	2.233
0.32550	10.466	0.10595	2.348
0.37914	11.455	0.14375	2.438
0.39895	12.050	0.15916	2.489
0.44412	13.704	0.19724	2.618
0.48367	17.204	0.23393	2.845
0.52602	21.069	0.27669	3.048

წრფივი ფორმულაა:  $\ln(Y) = pX^2 + \ln(k)$ , შესაბამისად  $y = \ln(Y)$ ,  $x = X^2$   
 გრაფიკიდან  $y = bx + a$ ,  $b = 4.53$ ,  $a = 1.78$   
 $p = b = 4.53$ , ხოლო  $k = e^a = 5.95$

### ნაწილი 4: ცლომილების განსაზღვრა (3.1 ქულა)

წრფივად დამოკიდებულების ფორმულა სწორია	0.3
ცხრილი შეესებულება სწორი სიდიდეებით $N \geq 12$ , $N > 8$ , $N > 4$	0.5/0.3/0.1
სწორი განზომილებები ღერძებზე, მითითებულია მასშტაბი.	0.1
წერტილების რაოდენობა გრაფიკზე $N \geq 12$ , $N > 8$ , $N > 4$	0.6/0.4/0.2
წერტილები გრაფიკის 1/2-ზე მეტზეა მიმობნეული	0.2
შესაბამისი დახრის წრფეები დახატულია გრაფიკზე	0.4
კოეფიციენტები/ცლომილები სწორადაა დათვლილი გრაფიკის გამოყენებით	0.25+0.25
კოეფიციენტები/ცლომილები სწორადაა დათვლილი კალკულატორის გამოყენებით	0.25+0.25

გამარტივების შედეგად მივიღებთ:  $X * \exp(Y) = p * tg(X) + k * p$   
 შესაბამისად  $y = X * \exp(Y)$ ,  $x = tg(X)$

ცხრილი 4

X (რადიანი)	Y	$tg(X)$	$X * exp(Y)$
1.39004	3.651	5.472	53.559
1.40087	3.639	5.828	53.308
1.40537	3.692	5.990	56.380
1.42104	3.693	6.627	57.093
1.43046	3.720	7.079	59.029
1.43326	3.745	7.225	60.616
1.44576	3.807	7.956	65.069
1.44902	3.789	8.171	64.071
1.45924	3.875	8.927	70.341
1.46023	3.840	9.008	67.957
1.46597	3.904	9.505	72.748
1.46958	3.922	9.846	74.246
1.47412	3.979	10.311	78.791
1.47918	4.003	10.885	80.977
1.48130	4.017	11.144	82.273

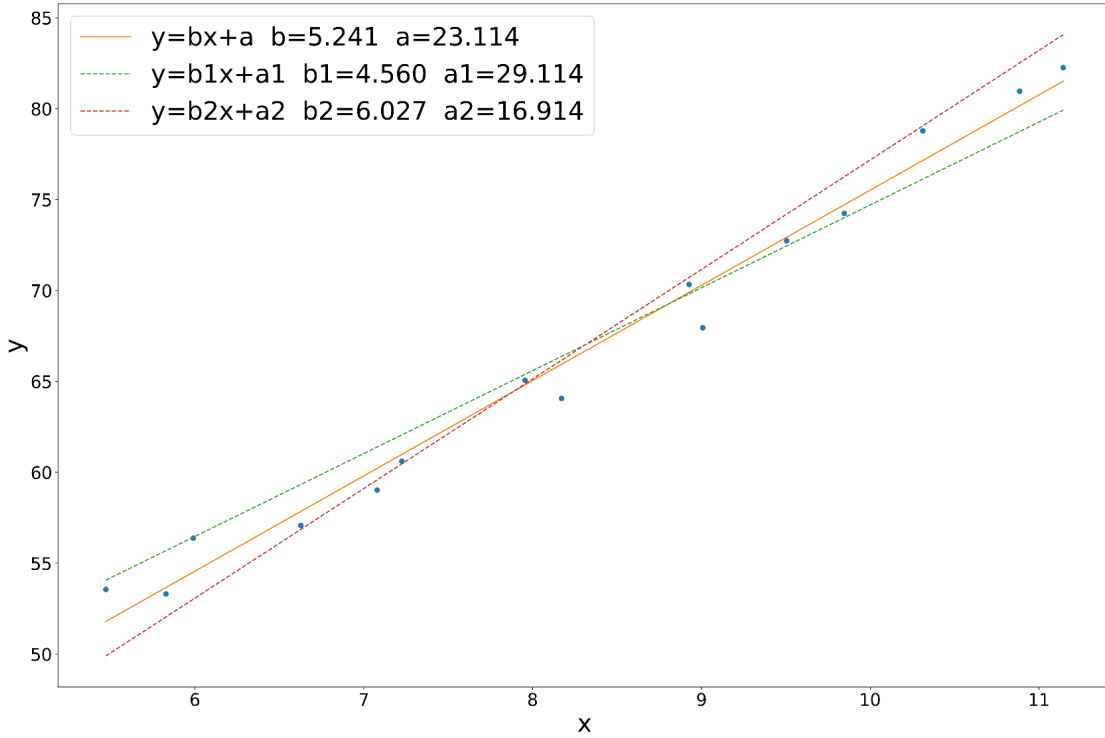
გრაფიკის გამოყენებით:

გრაფიკიდან  $y = b_1x + a_1$ ,  $b_1 = 4.56$ ,  $a_1 = 29.1$

გრაფიკიდან  $y = b_2x + a_2$ ,  $b_2 = 6.03$ ,  $a_2 = 16.9$

$$b = \frac{b_1 + b_2}{2} = 5.29, \quad \Delta b = \left| \frac{b_1 - b_2}{2} \right| = 0.74, \quad \Delta b/b = 13\%$$

$$a = \frac{a_1 + a_2}{2} = 23.0, \quad \Delta a = \left| \frac{a_1 - a_2}{2} \right| = 12.2, \quad \Delta a/a = 53\%$$



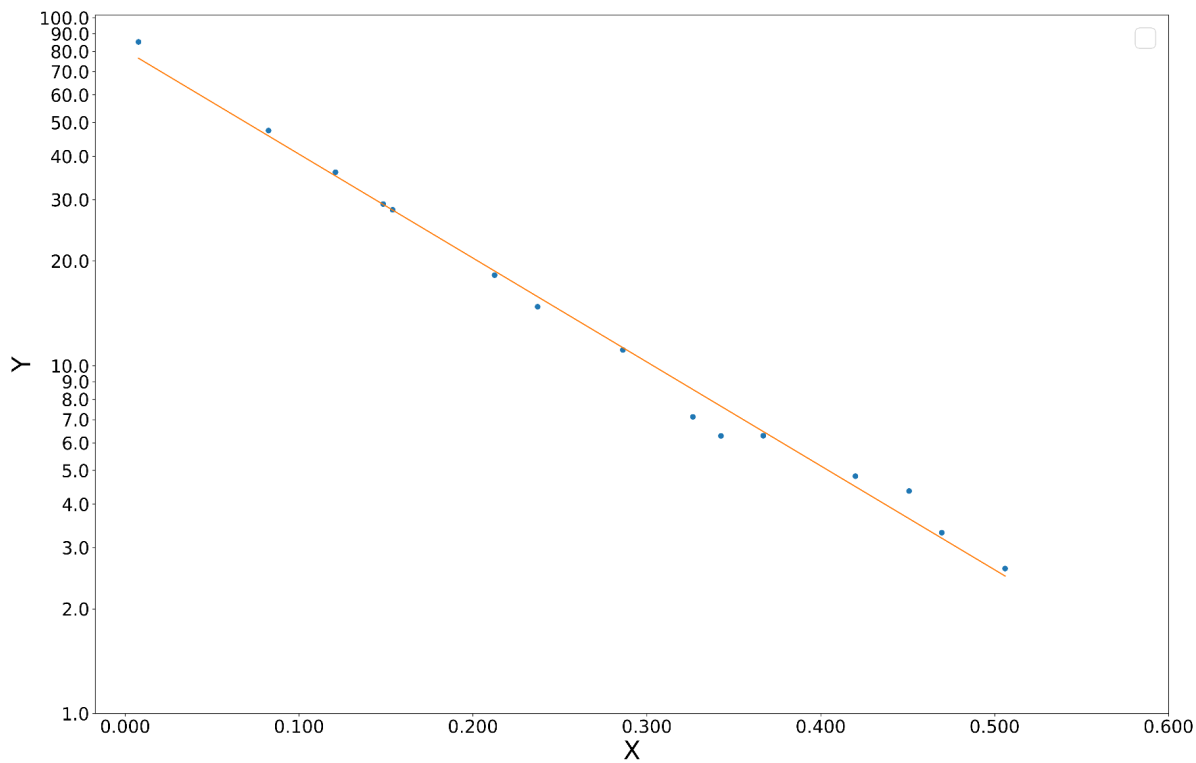
$p = b = 5.29 \pm 0.74$ , ხოლო  $k = a/b = 4.37 \pm 2.40$

$k$ -ს ცლომილება გამოთვლილია კერძო წარმოებულების ან სხვა მეთოდის გამოყენებით.

### ნაწილი 5: ლოგარითმული გრაფიკი (3 ქულა)

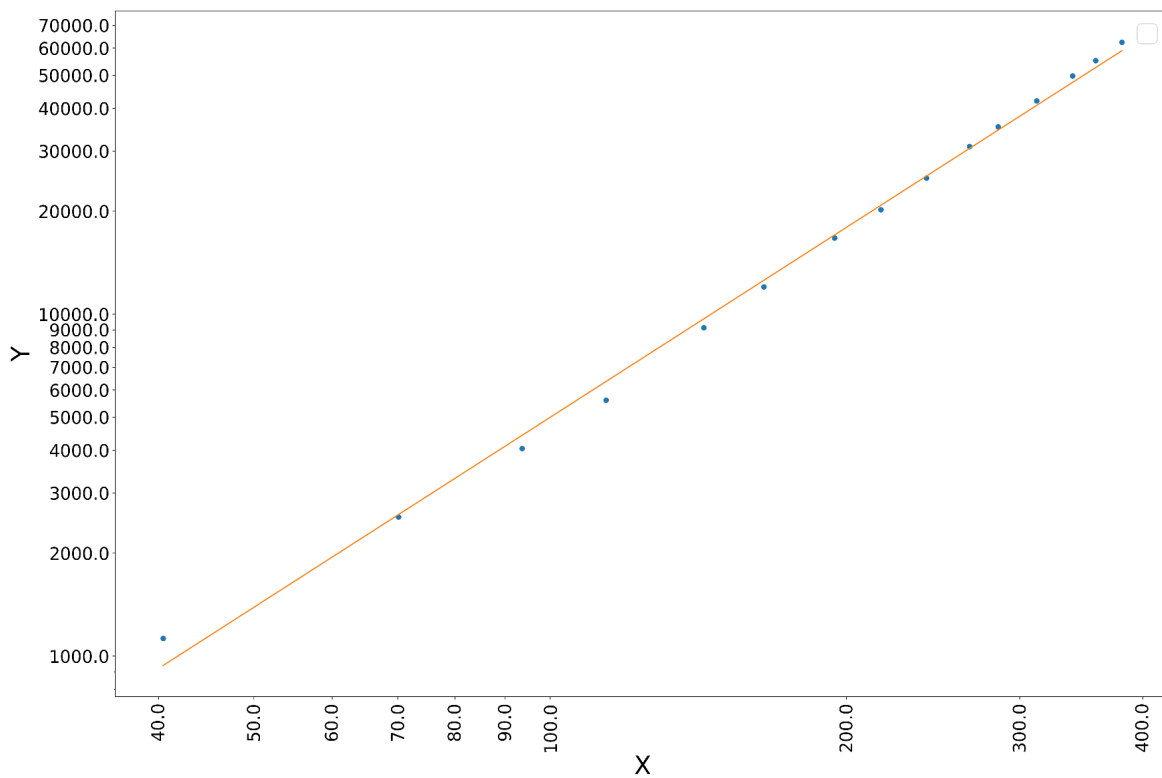
log-log სწორი განზომილებები ღერძებზე, მითითებულია მასშტაბი.	0.1
log-log წერტილების რაოდენობა გრაფიკზე $N \geq 12, N > 8, N > 4$	0.8/0.5/0.2
log-log წერტილები გრაფიკის 1/2-ზე მეტზეა მიმობნეული	0.1
log-log შესაბამისი დახრის წრფე დახატულია გრაფიკზე	0.2
log-log კოეფიციენტები სწორადაა დათვლილი	0.3
log-lin სწორი განზომილებები ღერძებზე, მითითებულია მასშტაბი.	0.1
log-lin წერტილების რაოდენობა გრაფიკზე $N \geq 12, N > 8, N > 4$	0.8/0.5/0.2
log-lin წერტილები გრაფიკის 1/2-ზე მეტზეა მიმობნეული	0.1
log-lin შესაბამისი დახრის წრფე დახატულია გრაფიკზე	0.2
log-lin კოეფიციენტები სწორადაა დათვლილი	0.3

ნახევრად ლოგარითმული



$$\log Y = X \beta \log e + \log \alpha, \beta = -6.87 \text{ და } \alpha = 80.6$$

სრულად ლოგარითმული



$$\log Y = \beta \log X + \log \alpha, \beta = 2.00 \text{ და } \alpha = 0.429$$



**ნაწილი 6: ფუნქციის ცლომილების განსაზღვრა (2.6 ქულა)**

ფუნქცია 1. ცლომილების ფორმულა სწორია (მათემატიკურად მარტივია)	0.5
ფუნქცია 1. სიდიდის და ცლომილების რიცხვითი მნიშვნელობა სწორია	0.3
ფუნქცია 2. ცლომილების ფორმულა სწორია (მათემატიკურად მარტივია)	0.5
ფუნქცია 2. სიდიდის და რიცხვითი მნიშვნელობა სწორია	0.3
ფუნქცია 3. სიდიდის რიცხვითი მნიშვნელობა სწორია	0.1
ფუნქცია 3. ცლომილების დათვლის მეთოდი და მნიშვნელობა სწორია	0.7+0.2

**ფუნქცია 1:**

$$\Delta T/T = \sqrt{(\Delta l/2l)^2 + (\Delta k/2k)^2} = 0.016 \quad \text{ან} \quad \Delta T/T = |\Delta l/2l| + |\Delta k/2k| = 0.016$$

$$T = 0.81 \pm 0.02 \text{ წმ}$$

$$\Delta T/T \approx 1.6 \%$$

$$l = 1.25 \pm 0.04 \text{ მ}, \quad k = 74.3 \pm 0.9 \text{ მ/წმ}^2$$

**ფუნქცია 2:**

კერძო წარმოებულების გამოყენებით:

$$\Delta V/V = \sqrt{(\Delta V_0/V_0)^2 + (\Delta t/RC)^2 + (t\Delta R/R^2C)^2 + (t\Delta C/RC^2)^2} = 0.10$$

$$\Delta V/V = |\Delta V_0/V_0| + |\Delta t/RC| + |t\Delta R/R^2C| + |t\Delta C/RC^2| = 0.17$$

$$V = 1.99 \pm 0.20 \text{ ვ}$$

$$\Delta V/V \approx 10\%$$

$$V_0 = 5.2 \pm 0.4 \text{ ვ}, \quad t = 0.60 \pm 0.01 \text{ წმ}, \quad R = 1.01 \pm 0.02 \text{ კილო ომი}, \quad C = 0.62 \pm 0.04 \text{ მილიფარადი}$$

**ფუნქცია 3:**

$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + (\omega L + 1/\omega C)^2}}$$

ცლომილების დასათვლელად ვიპოვოთ დენის ძალის მაქსიმალური და მინიმალური გამოსახულებები. ამისათვის შევიგანოთ თითოეული სიდიდის მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები იმისათვის.

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{\sqrt{R_{min}^2 + \left(\omega_{min} L_{min} + 1/\omega_{max} C_{max}\right)^2}} = 0.962 \text{ ა}$$

$$I_{min} = \frac{V_{min}}{\sqrt{R_{max}^2 + \left(\omega_{max} L_{max} + 1/\omega_{min} C_{min}\right)^2}} = 0.747 \text{ ა}$$

$$\Delta I = (I_{max} - I_{min})/2 = 0.098 \text{ ა}$$

$$I = 0.849 \pm 0.098 \text{ ა}$$

$$\Delta I/I \approx 12\%$$

$V = 22.0 \pm 0.5$  ვ,  $R = 15.3 \pm 0.7$  ომი,  $\omega = 50 \pm 2$ ,  
 $L = 0.15 \pm 0.02$  ჰნ,  $C = 1.49 \pm 0.11$  მილი ფარადი.