

NACIONĀLAIS  
ATTĪSTĪBAS  
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Reģionālās  
attīstības fonds

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

# Pētījums „Augstas pretestības plāno rezistīvo slāņu pēcapstrādes procesu izzināšana”

„Latvijas elektrisko un optisko iekārtu  
ražošanas nozares kompetences  
centrs”

Pārskata periods  
01.06.2017. – 30.11.2017.

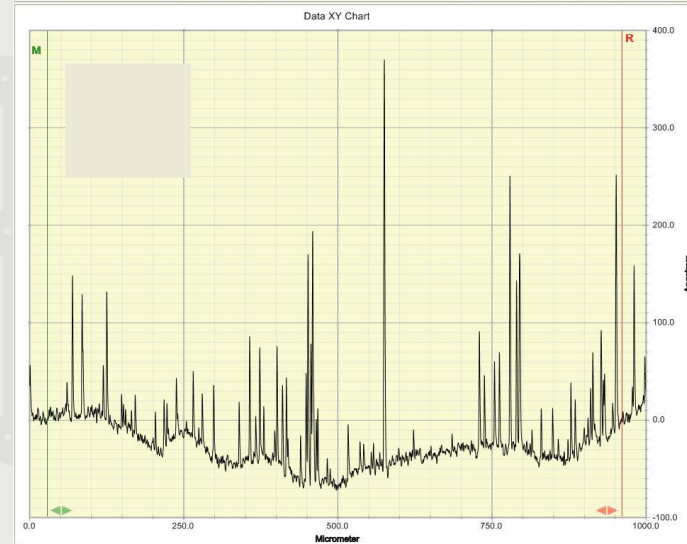
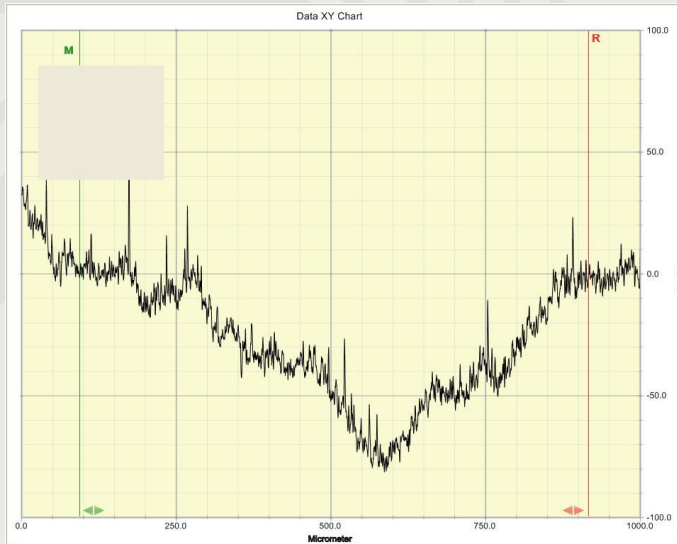
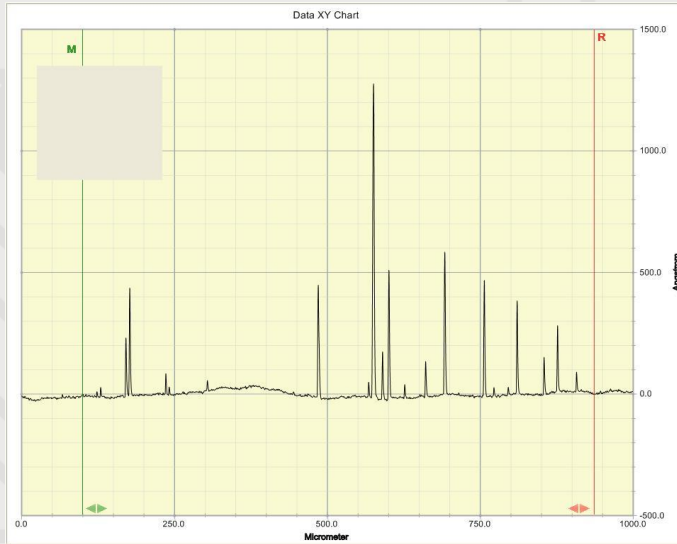
# Pētnieciskie darbi

- Si virsmas morfoloģijas ietekmes novērtēšana uz plāno rezistīvo kārtiņu kvalitāti
- Testa struktūru lāzer “trimming”.
- Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana, datu apkopošana
- Pētījuma datu analīze, secinājumu sagatavošana, zināšanu apkopošana

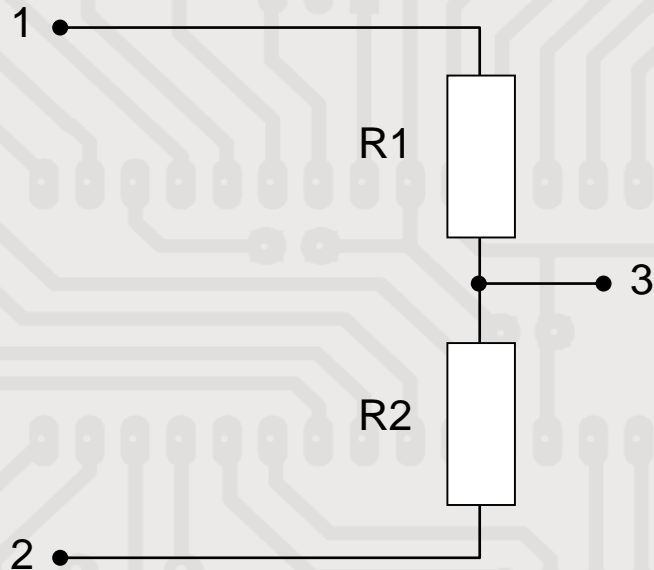
# Si virsmas morfoloģijas

Parauga numurs	SiO <sub>2</sub>	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	AlN	Resist.
M-7-0	Tīrs Si bez oksidēšanas			
M-7-1	0.3 mkm	-	-	-
M-7-2	0.3 mkm	0.11 mkm	-	-
M-7-3	0.3 mkm	0.11 mkm	Bez temp.	-
M-7-4	0.3 mkm	0.11 mkm	450 °C	1 kOm/□
M-7-5	0.3 mkm	0.11 mkm	450 °C	4.5 kOm/□
M-7-6	0.3 mkm	0.11 mkm	600 °C	1 kOm/□
M-7-7	0.3 mkm	0.11 mkm	600 °C	4.5 kOm/□
M-7-8	0.3 mkm	0.11 mkm	700 °C	1 kOm/□
M-7-9	0.3 mkm	0.11 mkm	700 °C	4.5 kOm/□
M-7-10	0.3 mkm	0.11 mkm	900 °C	1 kOm/□
M-7-11	0.3 mkm	0.11 mkm	900 °C	4.5 kOm/□
M-7-12	0.3 mkm	0.11 mkm	-	1 kOm/□
M-7-13	0.3 mkm	0.11 mkm	-	4.5 kOm/□
M-7-14	0.3 mkm	0.11 mkm	-	1 kOm/□
M-7-15	0.3 mkm	0.11 mkm	-	4.5 kOm/□

# Si virsmas morfoloģijas

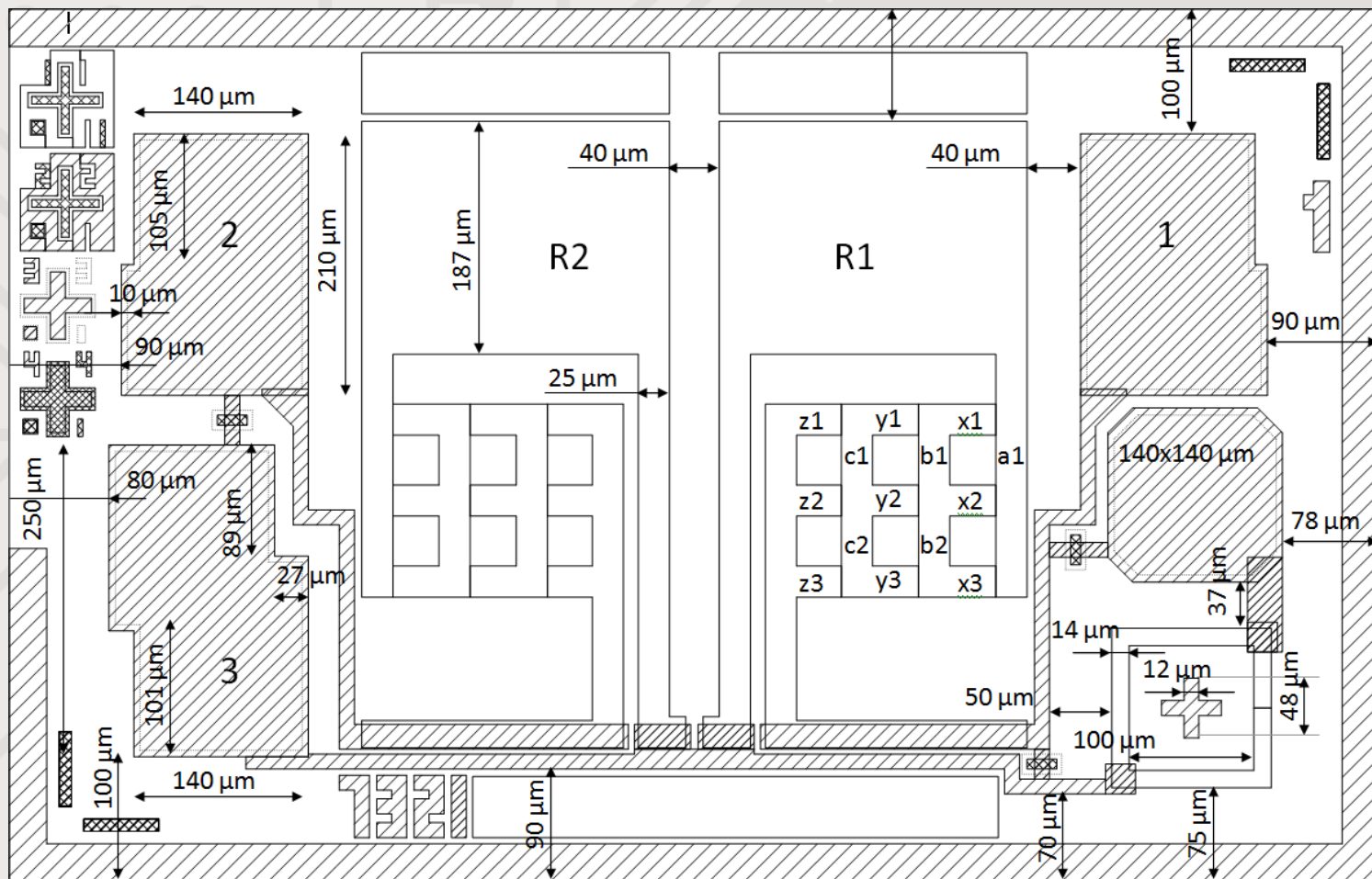


# Testa struktūra



**Testa struktūra tiek veidota kā rezistīva matrica-dalītājs, ko var kalibrēt ar lāzera palīdzību.**

# Testa struktūru topoloģija



# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

Grupas Nr.	Paliktnis	nom. Rs, kΩ/□	Dedzināšanas T	Rs pēc Dedzināšanas, kΩ/□	PTK min., ppm	PTK vid., ppm	PTK maks., ppm	Rezistora nomināls pēc iestatījuma, $R_{nom}$
4-47	Si-SiO <sub>2</sub> -Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	5	700 °C	3.171	-23	0	32	<b>100kΩ</b>
5-64	Si-SiO <sub>2</sub> -Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> -AlN	4	600 °C	1.749	-55	-35	-23	<b>50kΩ</b>

$$\delta_1 = \frac{\Delta_1}{R_{nom}} \cdot 100\%,$$

$$\delta_2 = \frac{\Delta_2}{R_{nom}} \cdot 100\%$$

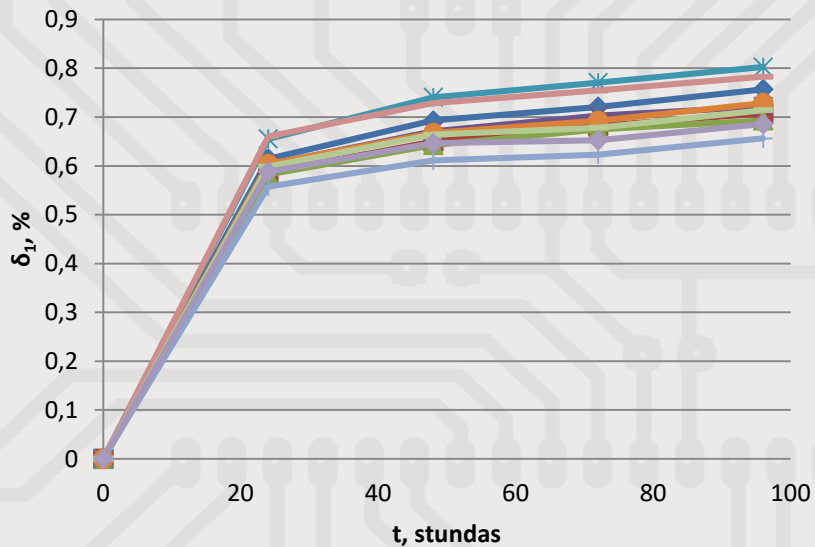
$$\delta_{12} = \left( \frac{R1}{R2} - 1 \right) \cdot 10^6$$

# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

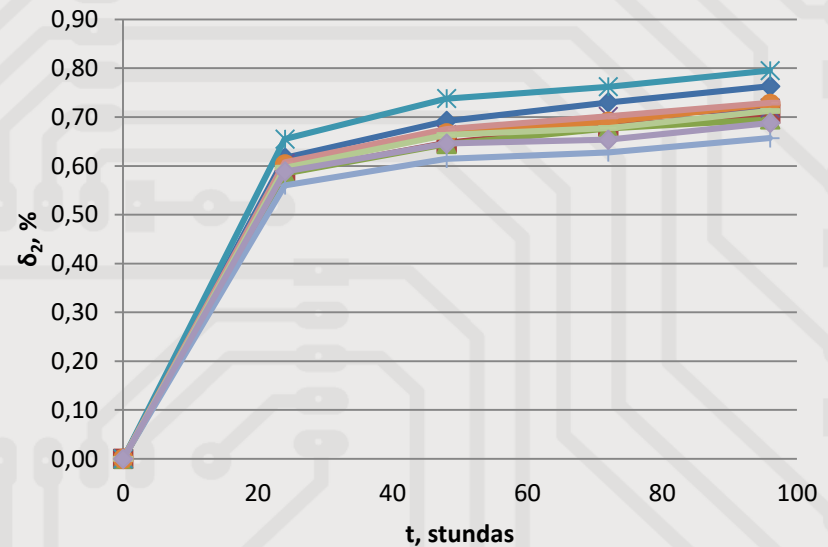
Eskperiments. Nr1

Grupa 4-47.

R1 izmaiņu relatīvā kļūda



R2 izmaiņu relatīvā kļūda



$$\delta_1(T) = \frac{R1(0) - R1(T)}{R1(0)} \cdot 100\%$$

$$\delta_2(T) = \frac{R2(0) - R2(T)}{R2(0)} \cdot 100\%$$

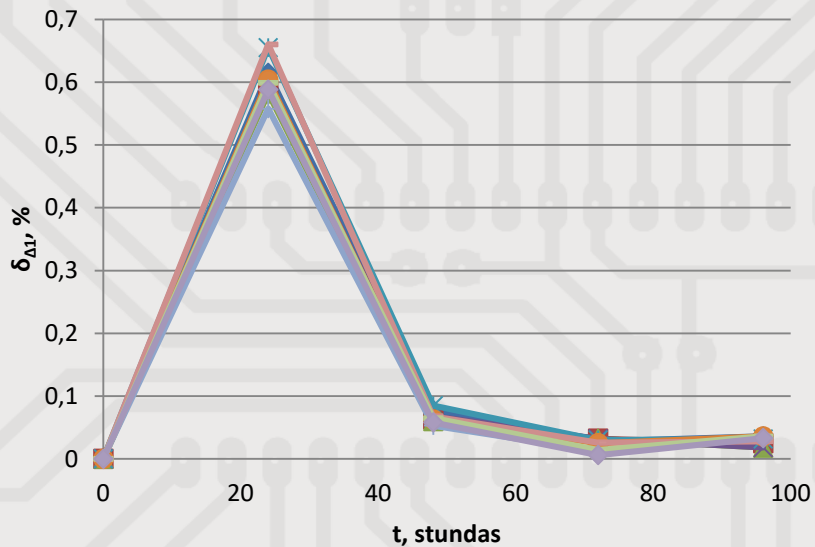


# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

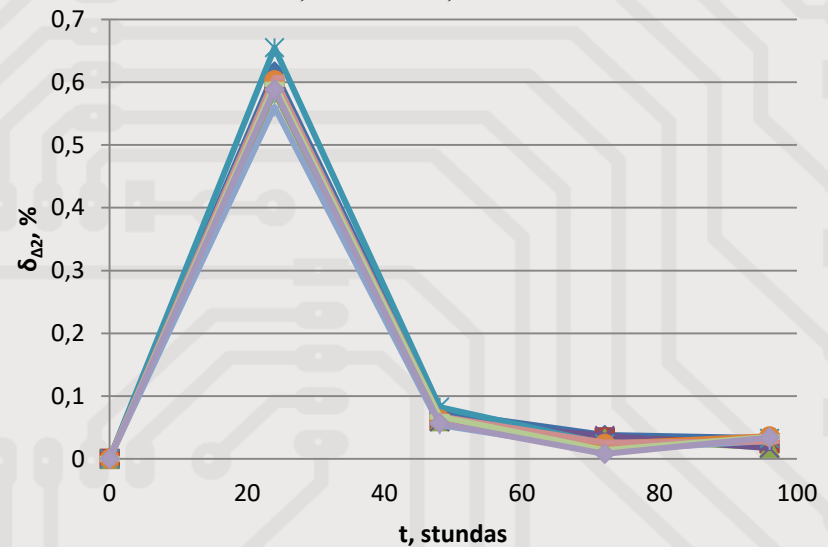
Eskperiments. Nr1

Grupa 4-47.

Absolūtās kļūdas izmaiņas rezistoram R1



Absolūtās kļūdas izmaiņas rezistoram R2



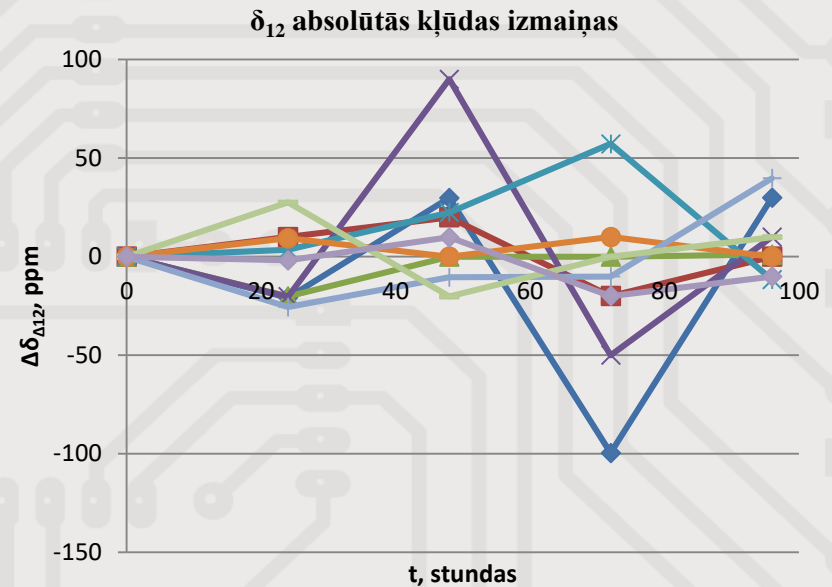
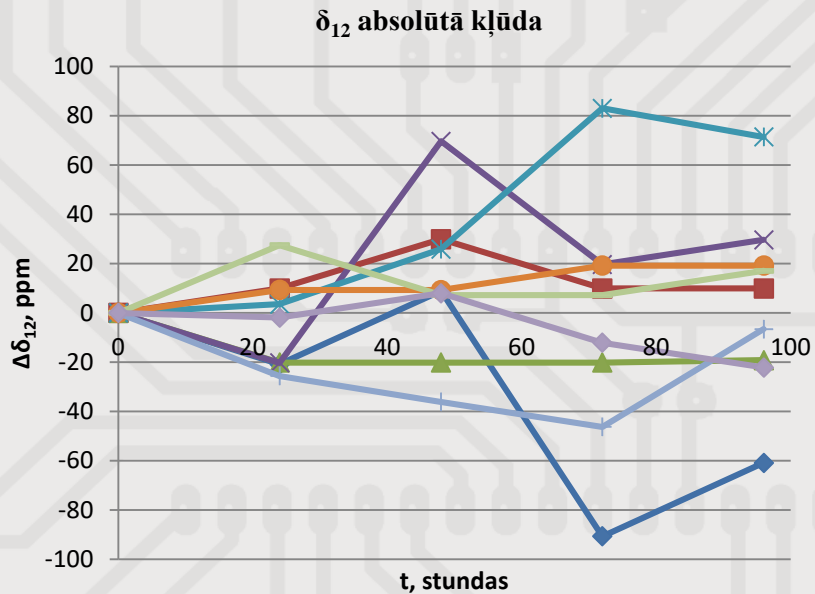
$$\delta_{\Delta_1}(T) = \frac{\Delta_1(T_k) - \Delta_1(T_{k-1})}{R_1(T_{k-1})} \cdot 100\%,$$

$$\delta_{\Delta_2}(T) = \frac{\Delta_2(T_k) - \Delta_2(T_{k-1})}{R_2(T_{k-1})} \cdot 100\%$$

# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

Eskperiments. Nr1

Grupa 4-47.



$$\Delta\delta_{12}(T) = \delta_{12}(T) - \delta_{12}(0),$$

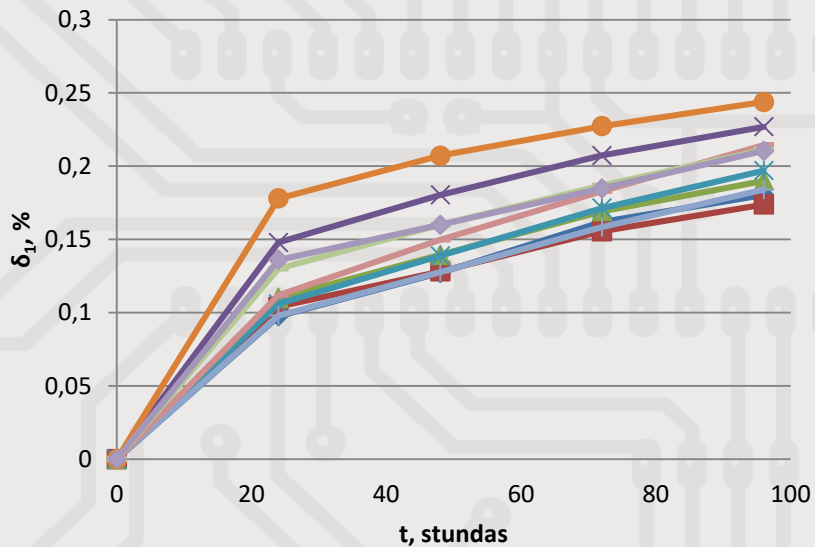
$$\Delta\delta_{\Delta 12}(T_k) = \delta_{12}(T_k) - \delta_{12}(T_{k-1})$$

# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

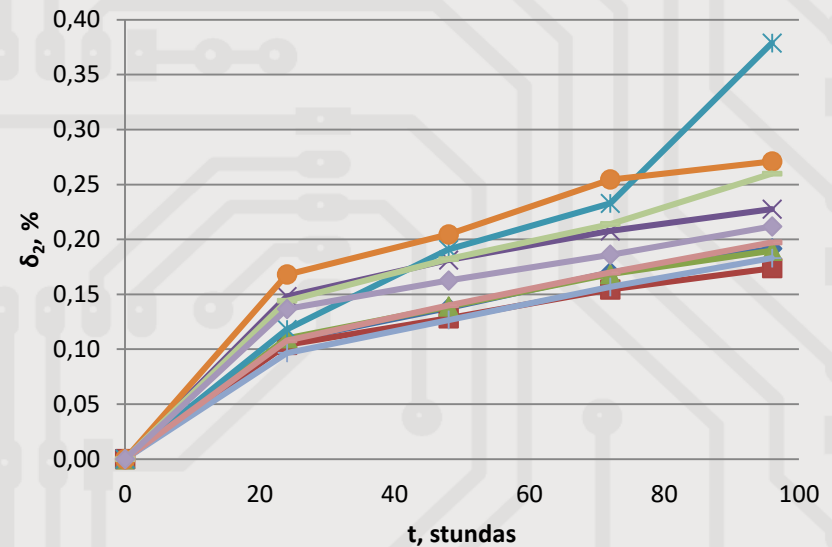
Eskperiments. Nr1

Grupa 5-56.

R1 izmaiņu relatīvā kļūda



R2 izmaiņu relatīvā kļūda

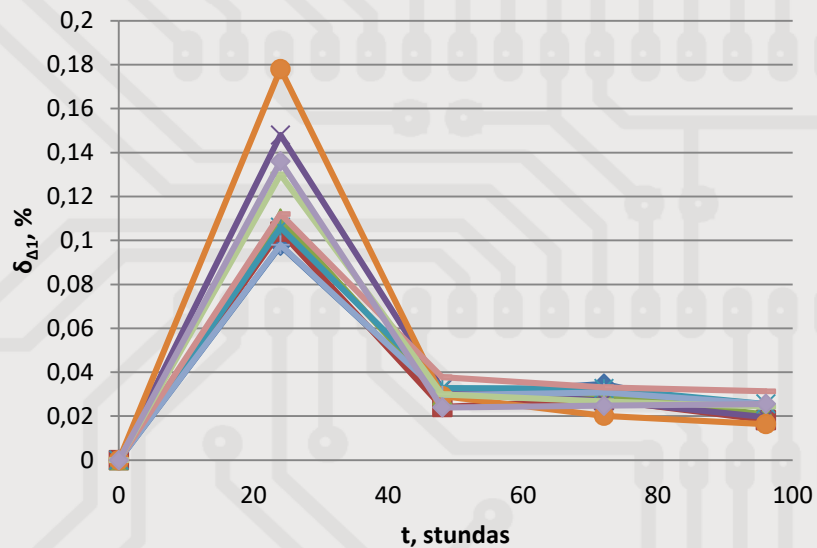


# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

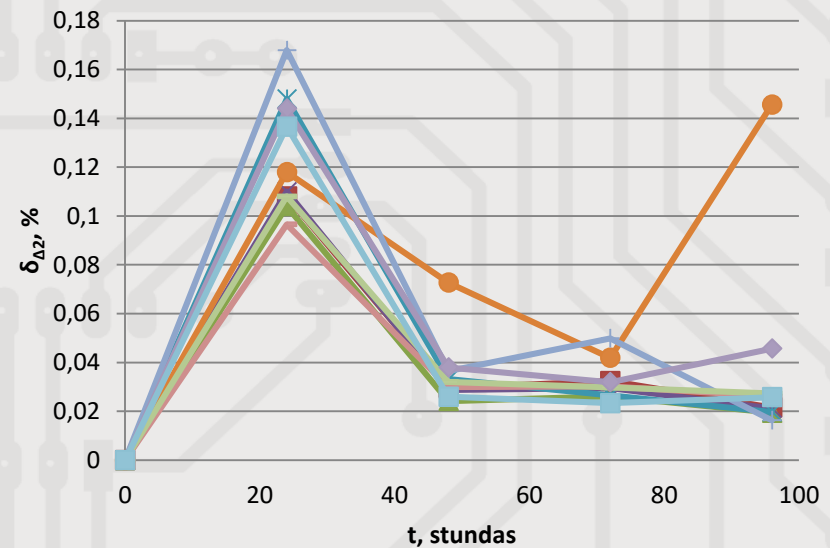
Eskperiments. Nr1

Grupa 5-56.

Absolūtās kļūdas izmaiņas rezistoram R1



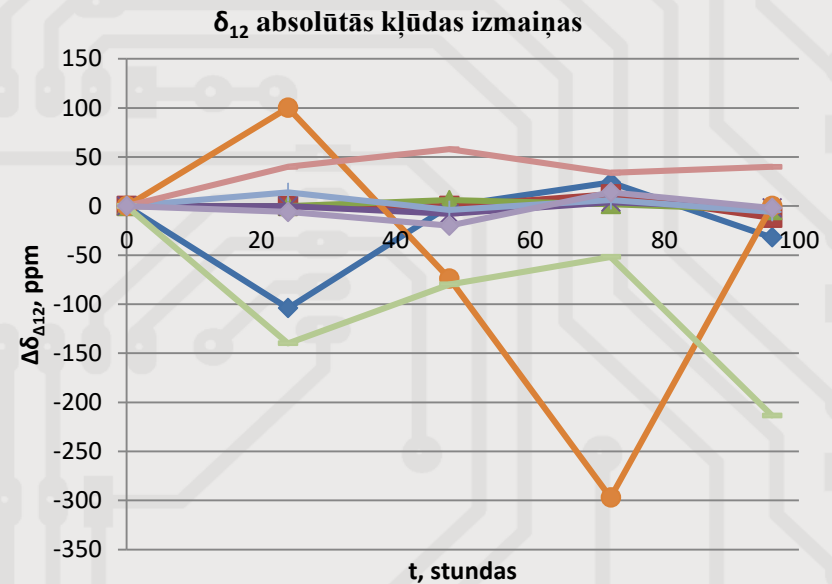
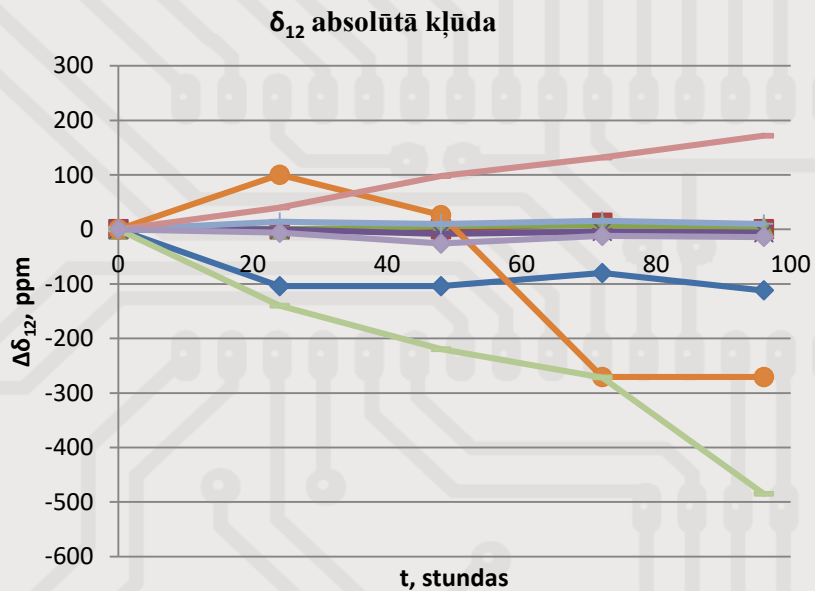
Absolūtās kļūdas izmaiņas rezistoram R2



# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

Eskperiments. Nr1

Grupa 5-56.



# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

## Eksperimenta ietekmes uz PTK rezultāti

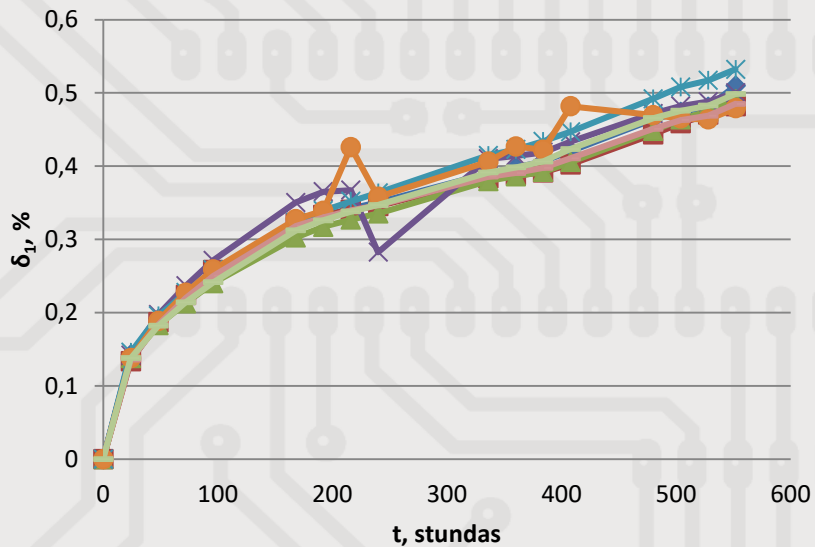
	Grupa 4-47			Grupa 5-56		
	PTK, R1	PTK, R1	PTK, $\Delta_{12}$	PTK, R1	PTK, R1	PTK, $\Delta_{12}$
vid, līdz testu veikšanai	17.8	16.7	-0.003	23.08	22.9	-0.003
vid, pēc testu veikšanas	12	11.4	-1.25	24	23.5	0
$\sigma$ , līdz testu veikšanai	10.98	12.89	0.011	4.33	4.38	0.007
$\sigma$ , pēc testu veikšanas	12.55	14.12	3.95	4.41	4.52	0.0096

# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

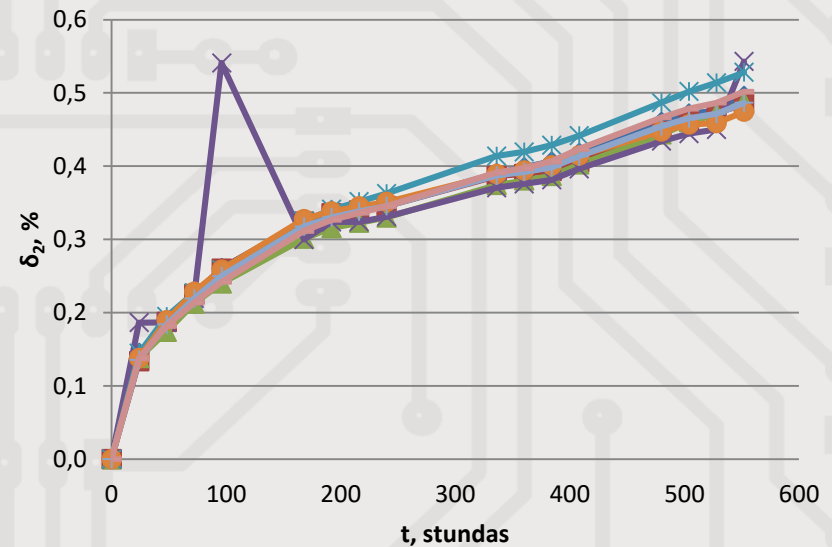
Eskperiments. Nr2

Grupa 4-47.

R1 izmaiņu relatīvā kļūda



R2 izmaiņu relatīvā kļūda

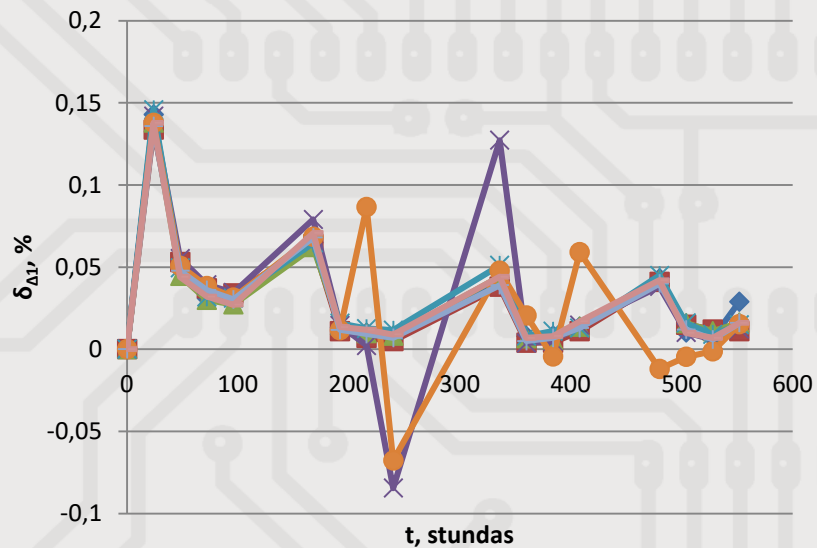


# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

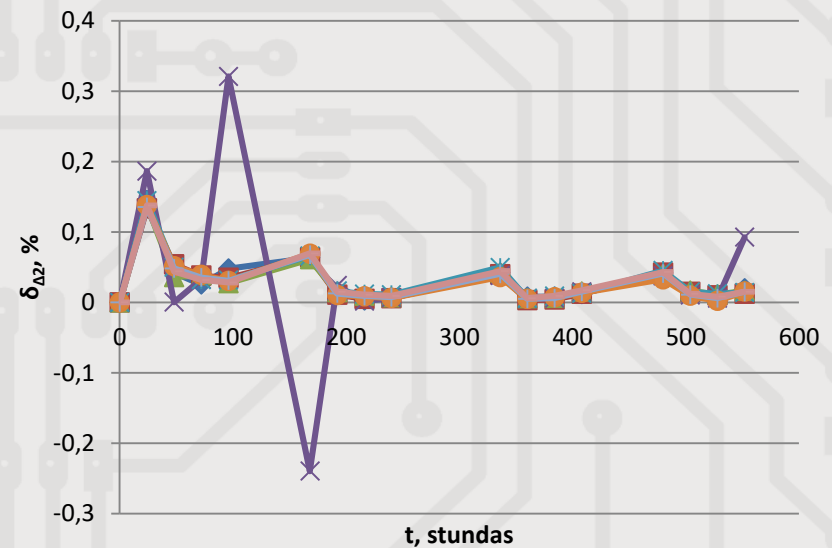
Eskperiments. Nr2

Grupa 4-47.

Absolūtās kļūdas izmaiņas rezistoram R1



Absolūtās kļūdas izmaiņas rezistoram R2

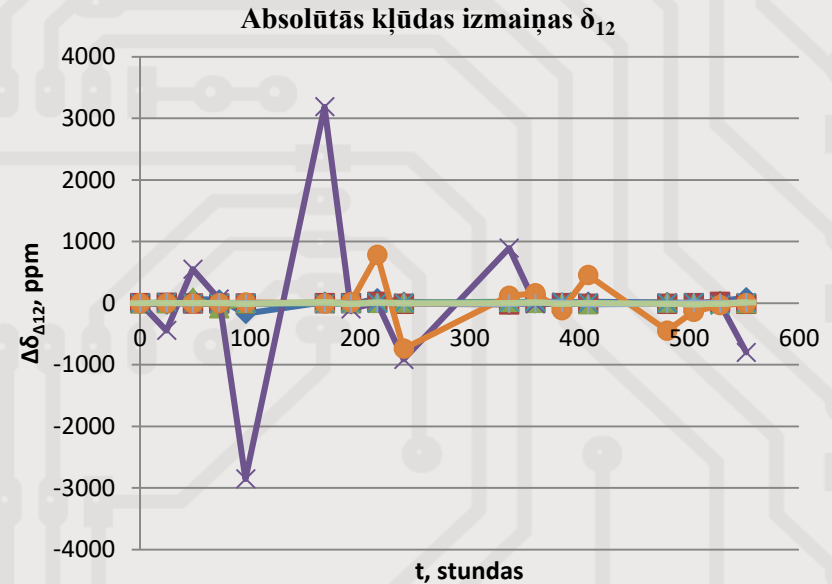
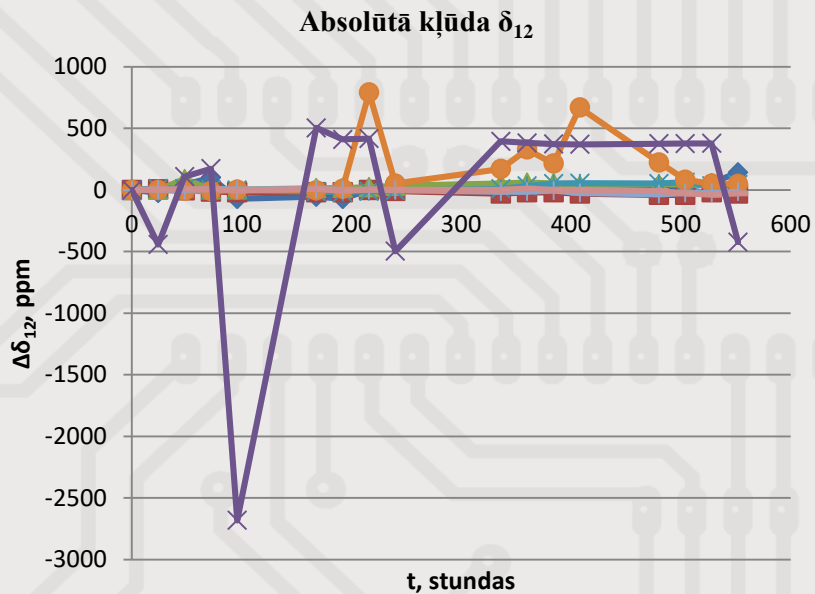




# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

Eskperiments. Nr2

Grupa 4-47.

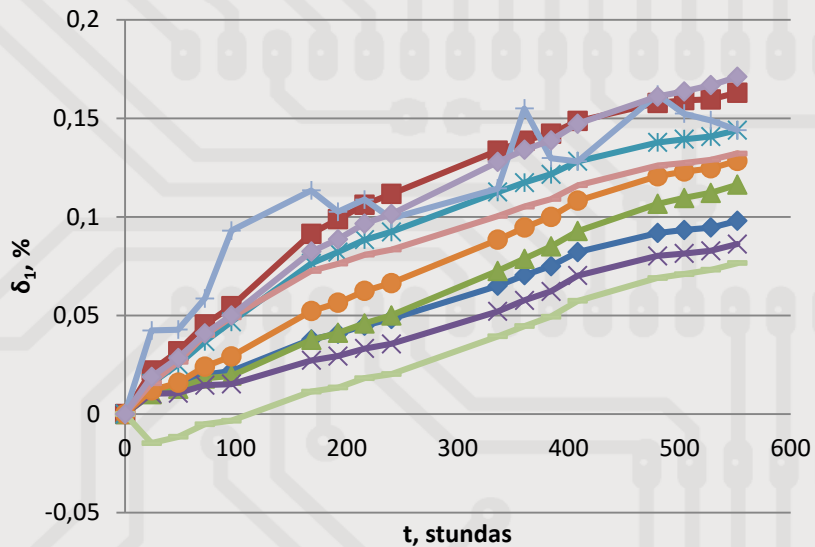


# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

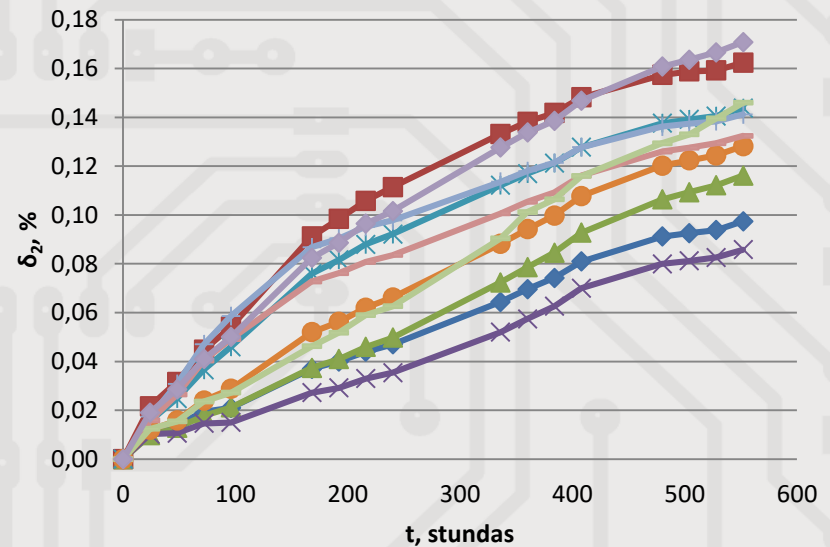
Eskperiments. Nr2

Grupa 5-56.

Izmaiņu relatīvā kļūda R1



Izmaiņu relatīvā kļūda R2

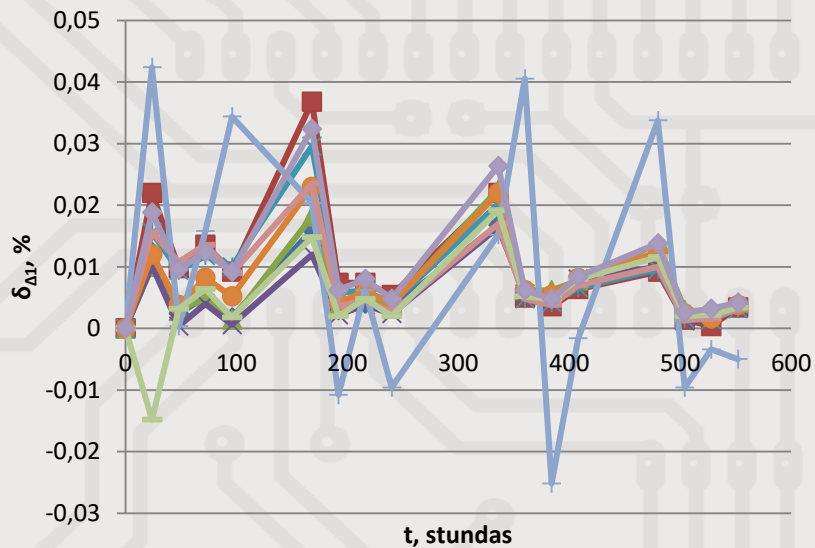


# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

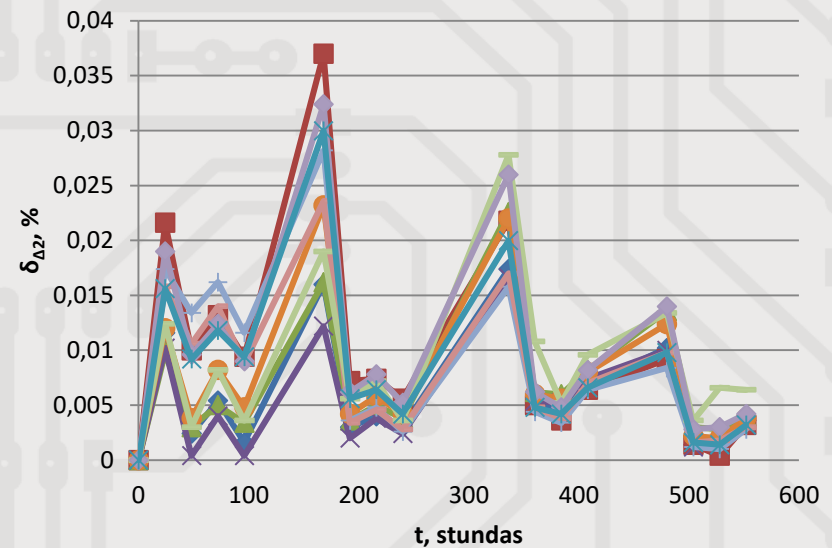
Eskperiments. Nr2

Grupa 5-56.

Absolūtās kļūdas izmaiņas rezistoram R1



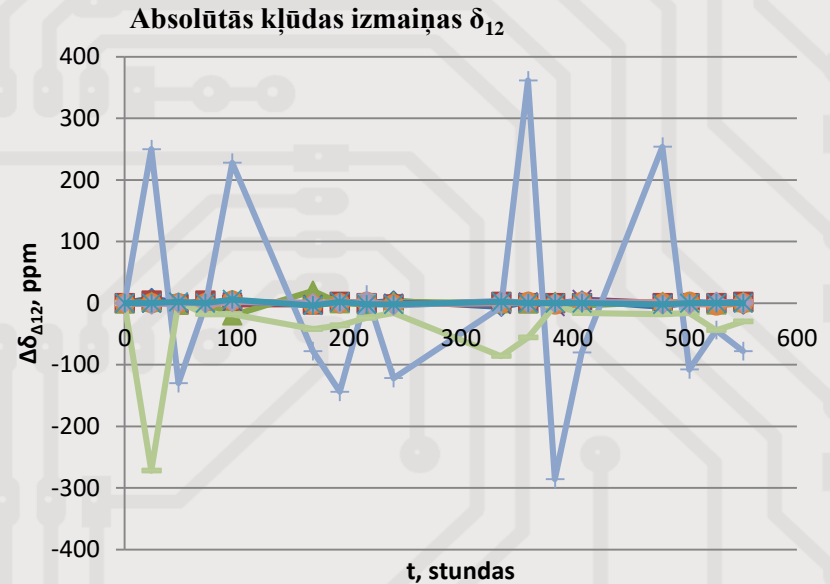
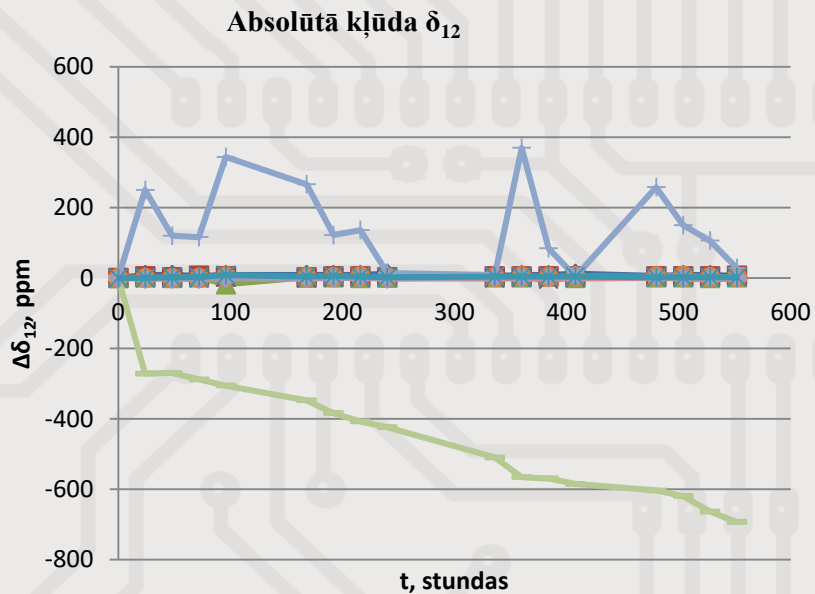
Absolūtās kļūdas izmaiņas rezistoram R2



# Atkārtotu darbības stabilitātes testu veikšana

Eskperiments. Nr2

Grupa 5-56.



# Secinājumi

Analizējot abus eksperimentu rezultātus, var izdarīt šādus secinājumus:

- Iepriekšējā pētījumā izdarītajiem secinājumiem par termovadošās izolējošās kārtas ALN ietekmi tika gūts apstiprinājums – būtiska ietekme uz rezistoru parametru stabilitāti (paraugi no grupas 5-56)
- Slodzes strāvai ir ietekme uz pretestības dreifēšanu, tomēr tā ir uzdoto normu robežās, mazāka ietekme nekā citiem faktoriem.
- Būtisku ietekmi dod temperatūras iedarbība, kas tika secināts pēc absolūtās kļūdas analīzes.

# Secinājumi

Analizējot abus eksperimentu rezultātus, var izdarīt šādus secinājumus:

- Kārtnas ALN virsmas raupjums būtiski ietekmē rezistoru parametrus. Nepieciešams atrast risinājumus kā samazināt virsmas raupjumu kārtnai ALN. Lai iegūtu šādas zināšanas, jāveic pētījums par izlīdzinošās kārtas ar bāzi LP CVD Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ietekmi, kas ir izraisījis pētījumam Nr.3. nepieciešamā laika palielināšanu.