

# Donāts Erts

## LU Ķīmiskās fizikas institūts

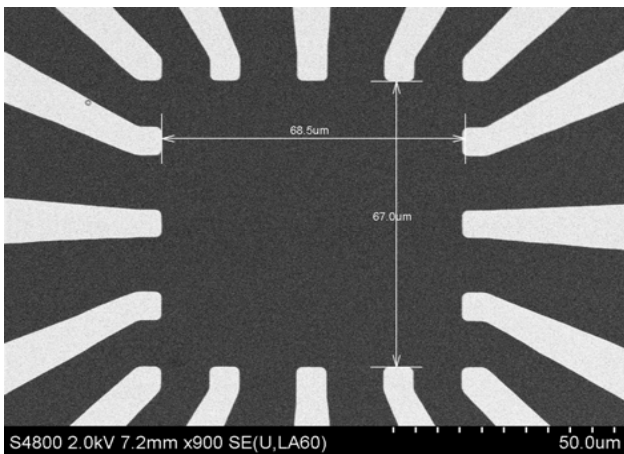
**Nanovadu struktūras ir parādījušas sevi kā efektīvi (Nat. Mater, 2005, 4, 455) fotošūnu elektrodu materiāli**

- 1.katrs nanovads nodrošina tiešu elektronu ceļu uz kolektora elektrodu,**
- 2. samazinās elektronu ķērāju centru daudzums salīdzinot ar plaši pielietotajiem nanokristālisko iem elektrod iem, kur tie šādi centri veidojas uz kristalītu robežas.**
- 3.Nanovadi nodrošina garāku optisko ceļu multiizkliedei.**

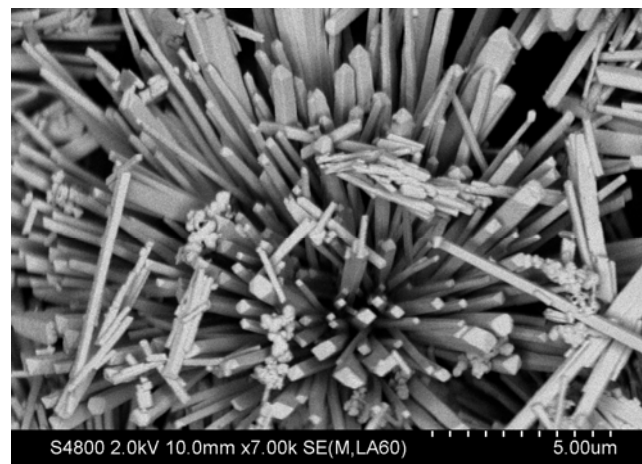
**Tiks pētīta silīcija, ģermānija, bismuta un antimonija sulfīdu un citu pusvadītāju nanovadu pielietošana enerģijas konversācijai, tiks noteikta pārveidošanas efektivitāte, optimālā nanovadu struktūra, tiks kontrolēta katra individuāla nanovada foto efekta iznākums, tiks noteikta lādiņu mobilitāte un citi parametri.**

# 1. Kontaktu veidošana pie individuāliem $\text{Sb}_2\text{S}_3$ nanovadiem, izmantojot elektronu litogrāfiju

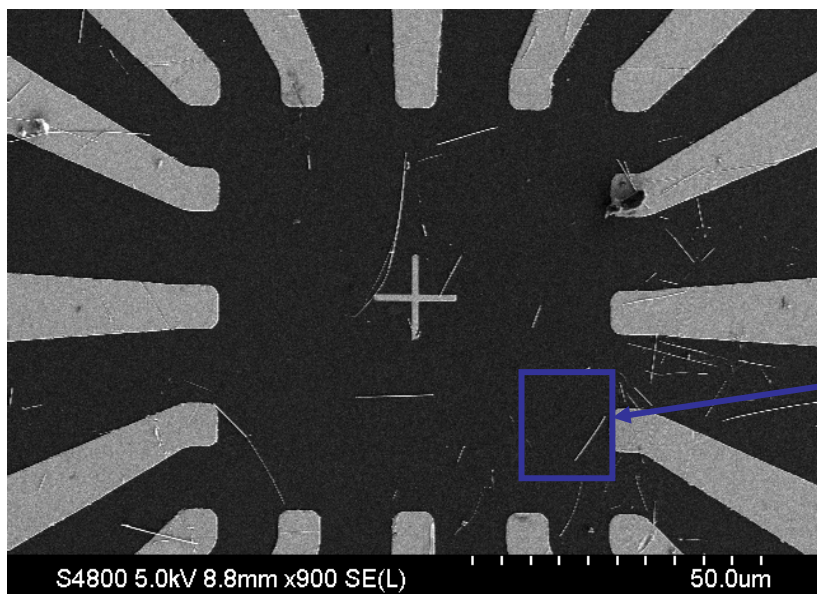
Si/SiO<sub>2</sub> – 16 elektrodu plāksnīte



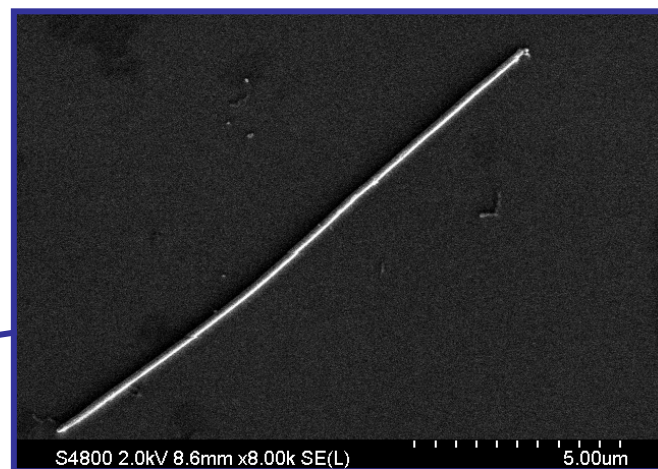
Rozetēs sakārtoti  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  NW



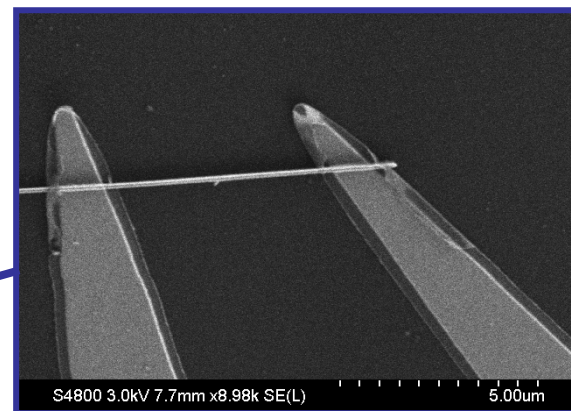
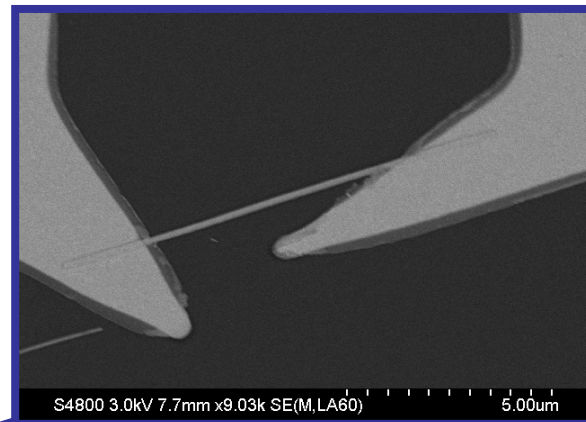
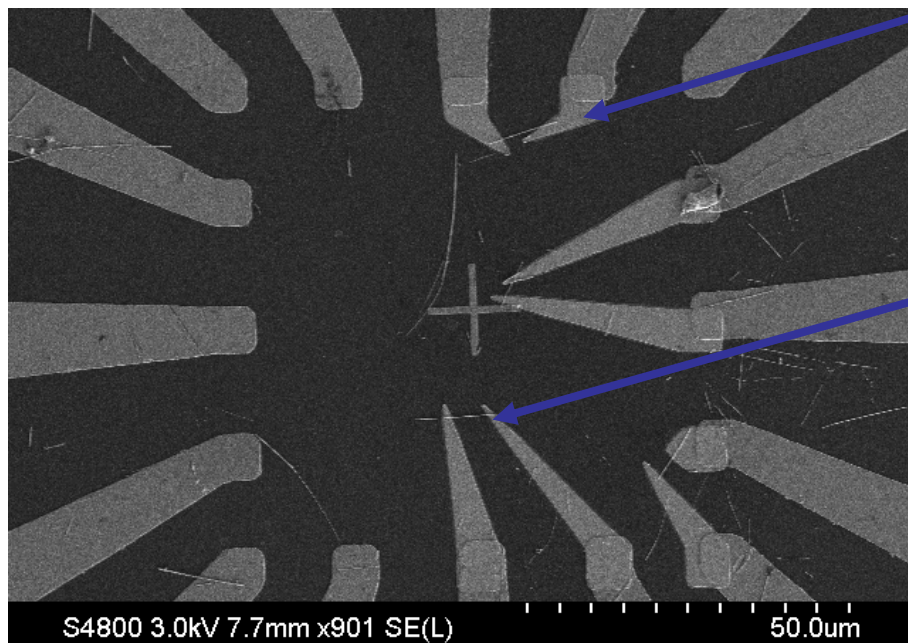
Uz plāksnītes uznesti  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  NW



Individuāls  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  NW, Ø 200 nm



Ar EBL uz individuāliem  
 $\text{Bi}_2\text{S}_3$  NW izveidoti elektrodi

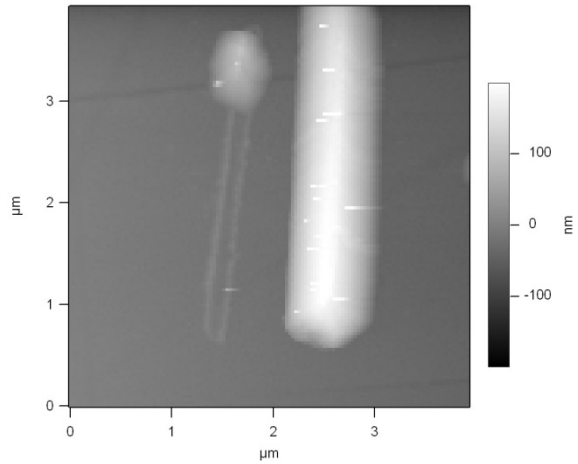


## 2. Veikt individuālu un nanoporās audzētu $\text{Sb}_2\text{S}_3$ nanovadu elektrovadošo īpašību pētījumus

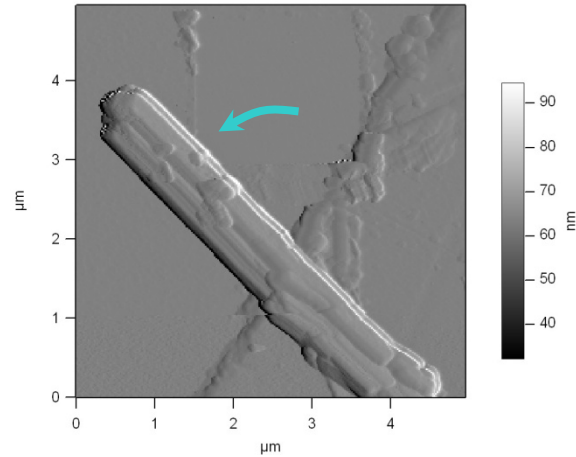
- Pusvadītāja materiāls
- Zonas platums 1,8 – 2,5 eV
- Cietības skalas vērtība – 2 (Mosa skala)
- Pielietojuma iespējas
  - Saules enerģijas izmantošana
  - Foto elektriskas ierīces

# Vadāmības mērīšana ar elektrovadošu AFM zondi

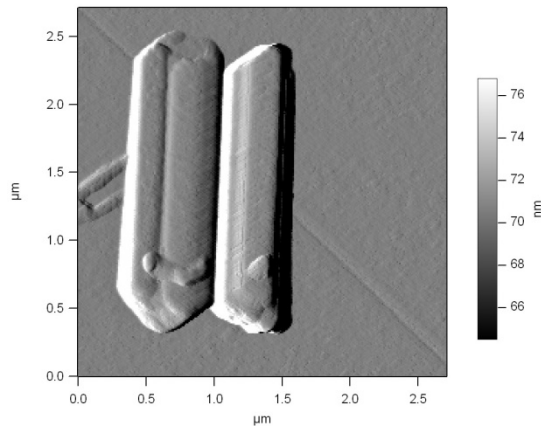
## Modifikācija, pārvietošanās



Translācijas kustība



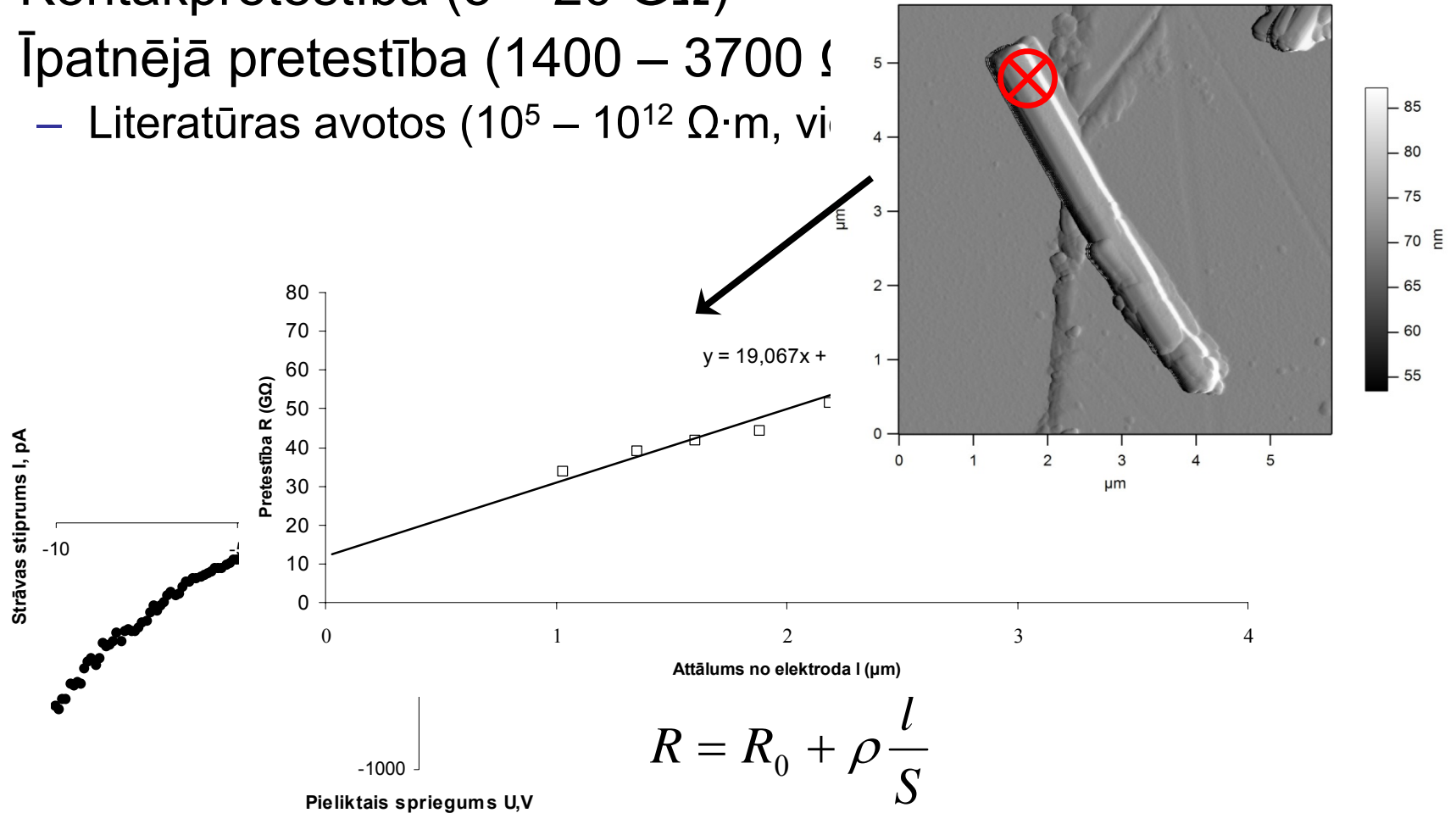
Rotācijas kustība



Vada pielipšana adatai

# Vadāmības mērīšana ar elektrovadošu AFM zondi

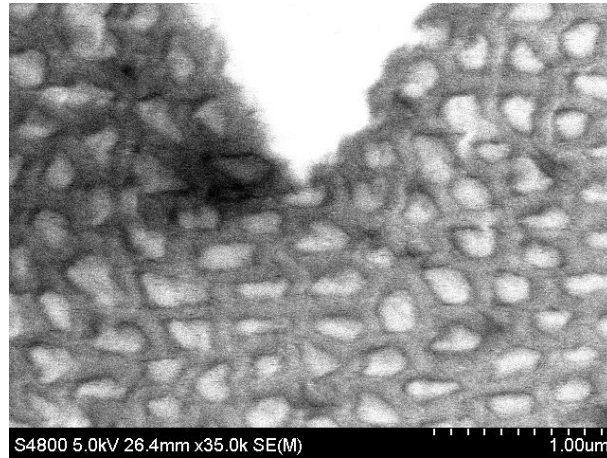
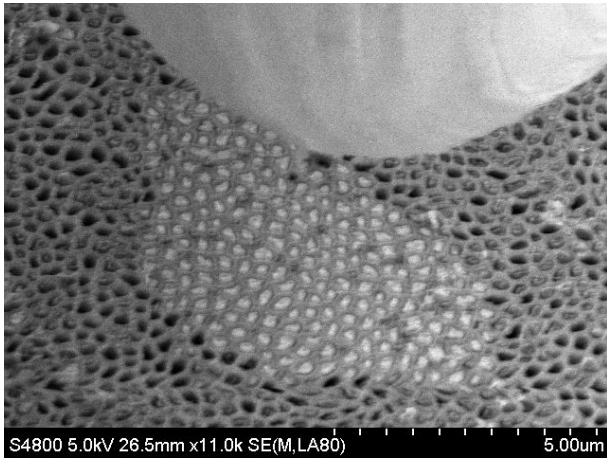
- Kontakpretestība (5 – 20 GΩ)
- Īpatnējā pretestība (1400 – 3700 Ω·m)
  - Literatūras avotos ( $10^5$  –  $10^{12}$  Ω·m, vi



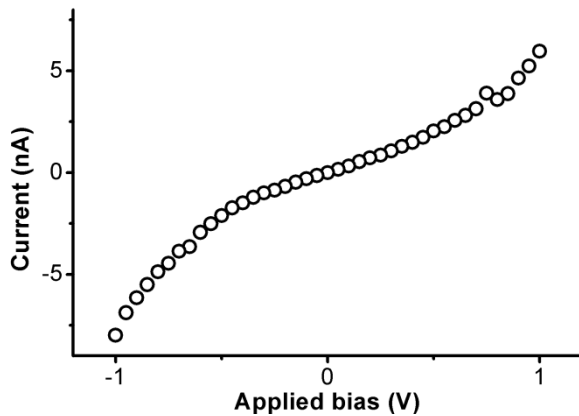
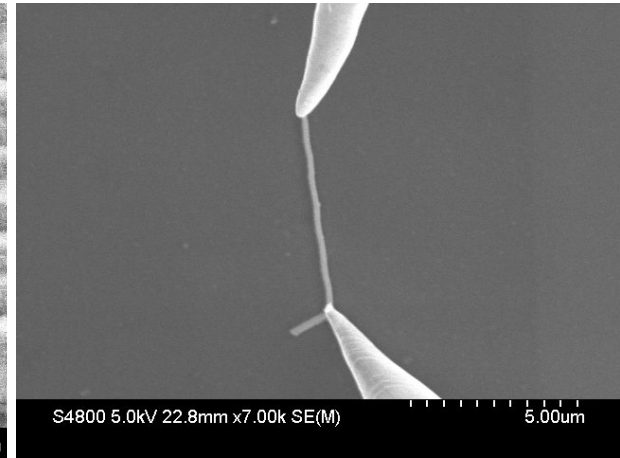


# *in situ* eksperimenti

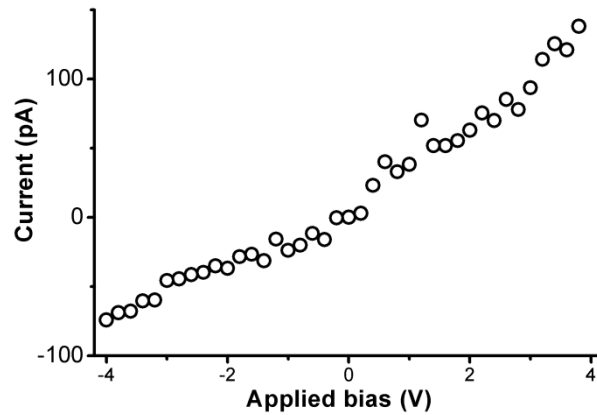
## Nanoporās sakārtoti nanovadi



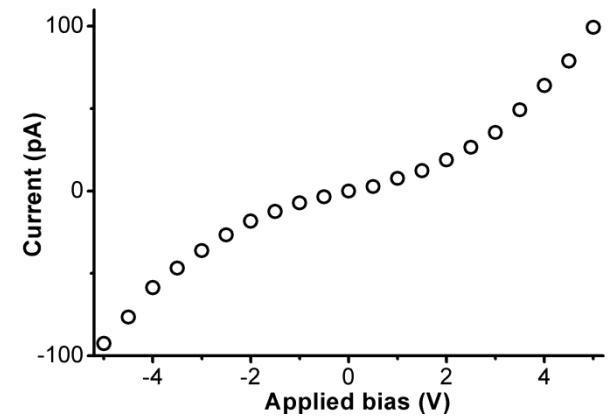
## Individuāls nanovads



$$\rho = 1.5 \div 4.0 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}$$

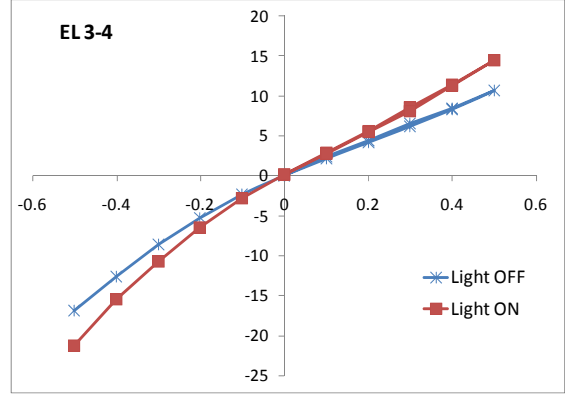


$$\rho = 4 \div 10 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}$$

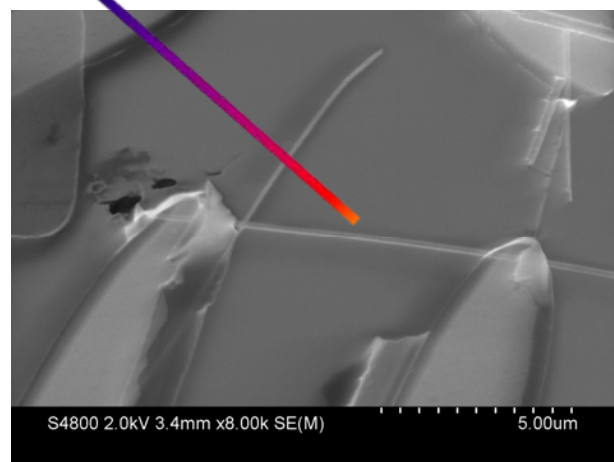
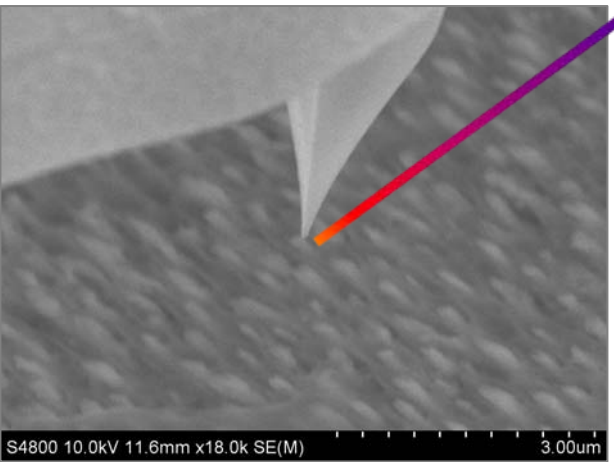


$$\rho = 20 \div 28 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}$$

# 3. Veikt $\text{Sb}_2\text{S}_3$ nanovadu fotovadāmības pētījumus un salīdzināt ar $\text{Bi}_2\text{S}_3$ fotovadāmību.



$$I\{nA\}=f(U\{V\})$$



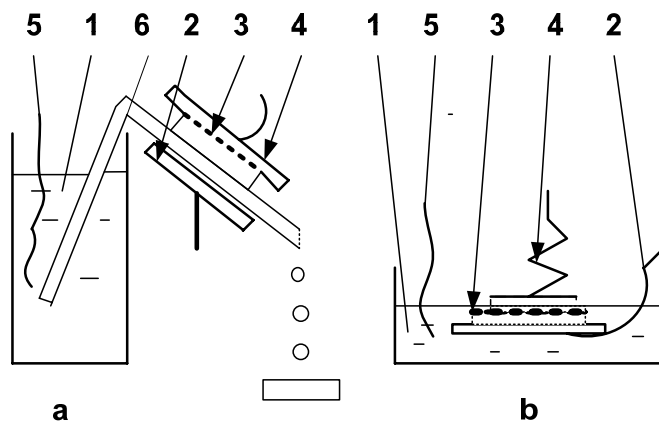
**Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> eksperimenti tiks pabeigti decembra sākumā)**



# Impedances pirmie mērījumi

*Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> poras (rūpnieciskās atvērtas),  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> poras (100 nm) pārklātas ar Au  
(50 – 100 nm), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> poras (200 nm)  
pārklātas ar Pd (200 nm)*

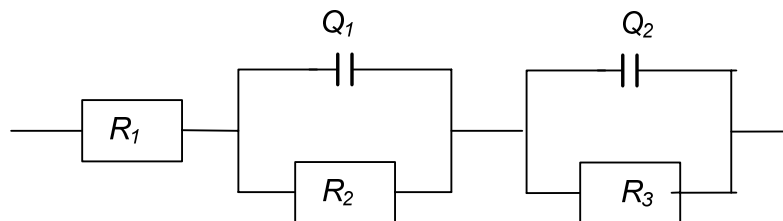
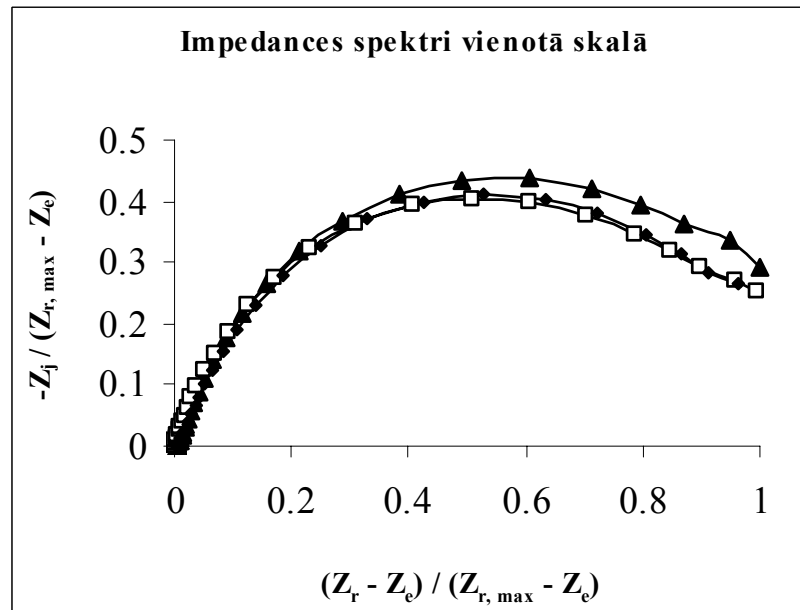
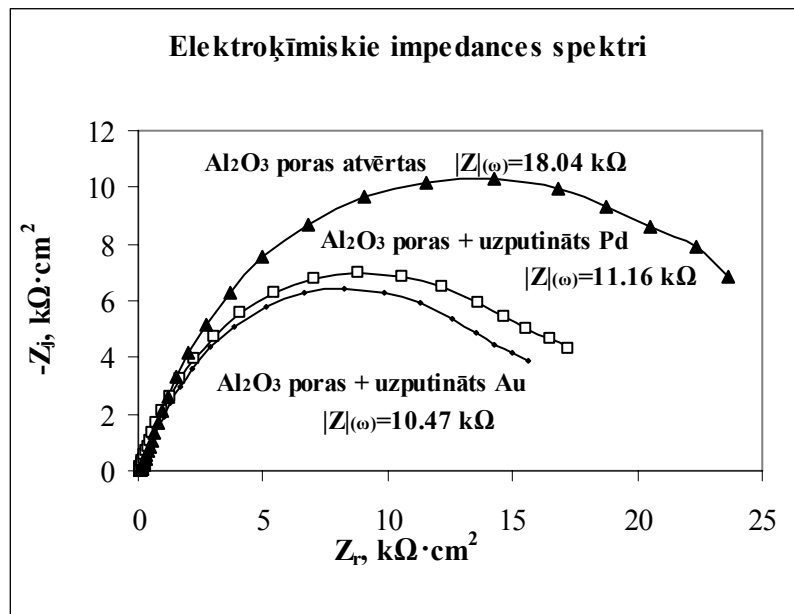
# “Sendviča” veida elektrolītiskās šūnas impedances mērījumiem



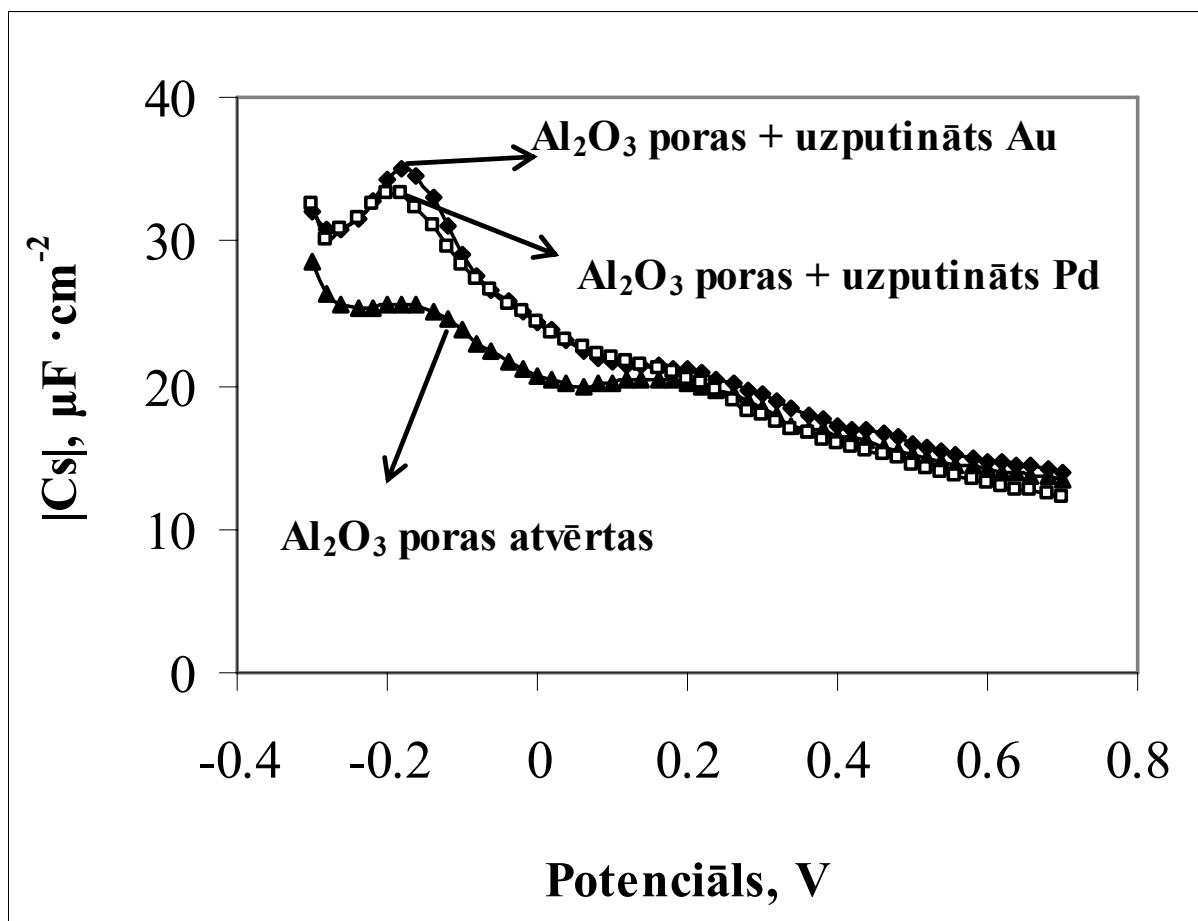
## Apzīmējumi:

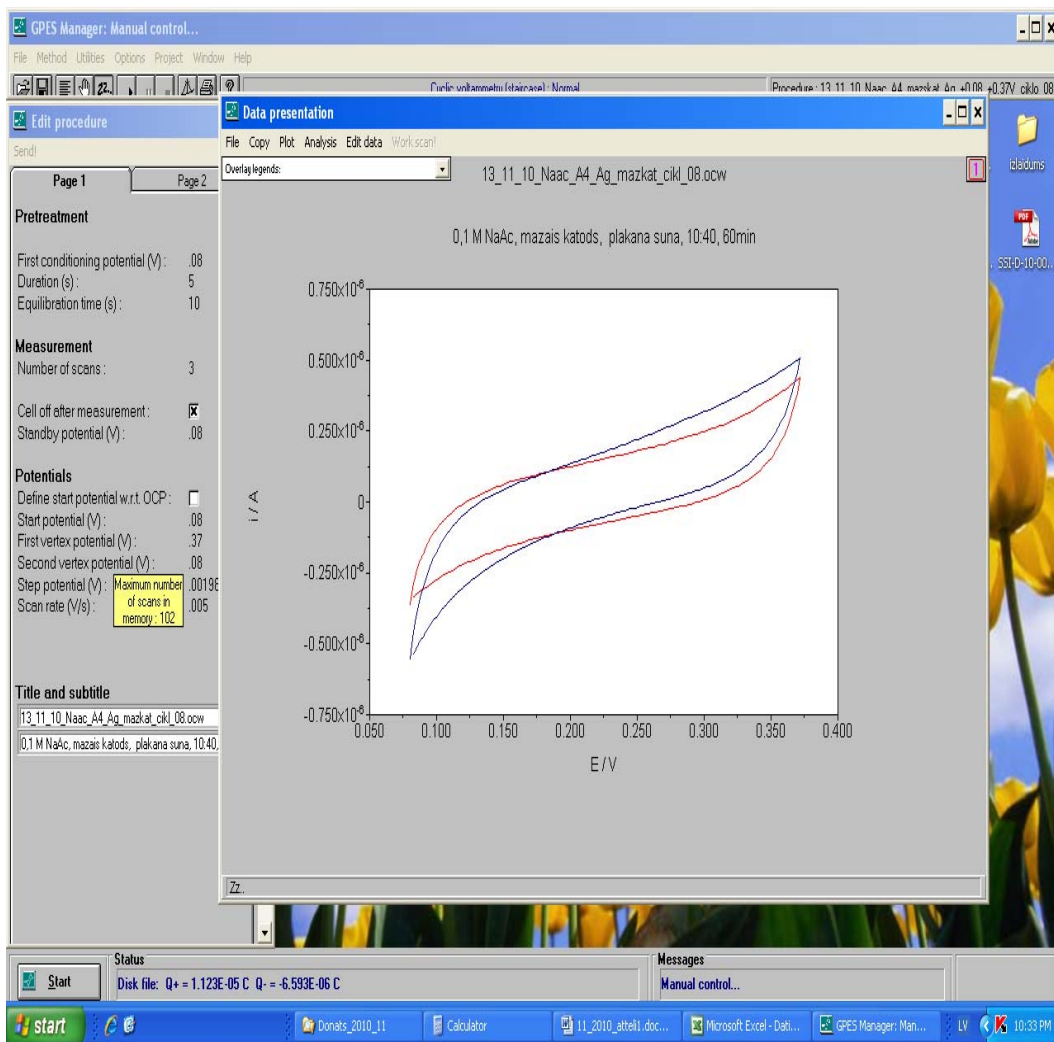
- 1- elektrolīts;
- 2- anods
- 3- alumīnija poras
- 4- katods
- 5- references elektrods
- 6- “tiltiņš” no filtrpapīra

Impedances spektri uzņemti rūpnieciski ražotiem alumīnija oksīda poru plāksnītēm: pēc poru atvēršanas un pēc Au vai Pd slāņa uzputināšanas. Redzams, ka uzputinot Au vai Pd samazinās kopējā pretestība modulis  $|Z|_{(\omega)}$  no 18 k $\Omega$  līdz 10-11 k $\Omega$ . Impedances spektri vienotā skalā pārsedzas, tas nozīmē, ka moduljus savā starpā drīkst salīdzināt, jo tie ir vienas dabas. Visi trīs impedances spektri labi aprakstās ar ekvivalento elektrisko shēmu, kas parādīta apakšā un kas sastāv no diviem cikliem (polarizācijas pretestības  $R_2$ ,  $R_3$  un konstantās fāzes elementa  $Q_1$ ,  $Q_2$ ) un elektrolīta pretestības  $R_1$ .



## Sakarība starp kapacitāti, potenciālu un uzputināto metālu





Elektroķīmiska loga statistiskais apgabals kurā ir vismazākā strāvas plūsma.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  poras pārklātas ar Au un Pd slānīti. Potenciāls no +0.08 līdz +0.37 V, strāva  $-0,5 \div +0,5 \mu\text{A}$ .



# Rezultāti

- J. Bukins, G. Kunakova, P. Birjukovs, J. Prikulis, J. Varghese, J.D. Holmes, D. Erts. Characterization of conductive properties of semiconductor nanowires by conductive AFM and in-situ methods. *Advanced Materials Research*, submitted
- J. Varghese, S. Barth, A. Panneerselvam, L. Keeney, P. Birjukovs, D. Erts, R. Whatmore, J.D. Holmes. Piezoelectric  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  nanowire arrays. Sagatavots iesniegšanai
- 2 bakalaura darbi: J. Bukins (Fizikas – matemātikas fakultāte); Gunta Kunakova (Ķīmijas fakultāte)
- Strādā doktorants Pāvels Birjukovs, grāda pretendente Jana Andžāne, iesaistīti studenti Līga Jasulaņeca, Raimonds Meija