

Jaunu čukstošās galerijas modu mikrorezonatoru  
izstrāde optisko frekvenču standartu un  
biosensoru pielietojumiem, un to raksturošana ar  
femtosekunžuoptisko frekvenču ķemmi

# Ceturkā ceturkšņa atskaite

28.02.2018.

NACIONĀLAIS  
ATTĪSTĪBAS  
PLĀNS 2020



**EIROPAS SAVIENĪBA**

Eiropas Reģionālās  
attīstības fonds

---

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

ERAF projekts Nr. 1.1.1.1/16/A/259



# Saturs

- 1. Projekta vadīšana un publicitāte**
- 2. Eksperimenti, modelēšana un biosensori**

NACIONĀLAIS  
ATTĪSTĪBAS  
PLĀNS 2020



**EIROPAS SAVIENĪBA**  
Eiropas Reģionālās  
attīstības fonds

---

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

ERAF projekts Nr. 1.1.1.1/16/A/259

Jaunu čukstošās galerijas modu mikrorezonatoru izstrāde optisko frekvenču standartu un biosensoru pielietojumiem, un to raksturošana ar femtosekunžuoptisko frekvenču ķemmi

## **Ceturkā ceturkšņa atskaite**

### **1. Projekta vadīšana un publicitāte**

NACIONĀLAIS  
ATTĪSTĪBAS  
PLĀNS 2020



**EIROPAS SAVIENĪBA**

Eiropas Reģionālās  
attīstības fonds

---

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

ERAF projekts Nr. 1.1.1.1/16/A/259

# Par projektu

- **Projekta nosaukums:** Jaunu čukstošās galerijas modu mikrorezonatoru izstrāde optisko frekvenču standartu un biosensoru pielietojumiem, un to raksturošana ar femtosekunžu optisko frekvenču ķemmi.
- **Projekta numurs:** 1.1.1.1/16/A/259
- **Projekta mērķis:** jaunu zināšanu-zinātības iegūšana CGM rezonatoru izstrādē, stabilizēšanā un modelēšanā, un rezonatoru izmantošanā biomolekulu detektēšanai, tādējādi atbalstot Latvijas Viedās specializācijas mērķu sasniegšanu, zinātnes un tehnoloģiju cilvēkkapitāla attīstību un jaunu zināšanu radīšanu tautsaimniecības konkurētspējas uzlabošanai.
- **Projekta vadītājs:** J. Alnis
- **Projekta administratīvais vadītājs:** I. Brice
- Projektu realizē LU ASI kvantu optikas laboratorija
- **Plānotie projektā galvenie rezultāti:** 4 publikācijas, 3 zinātību apraksts, 1 licences līgums.
- Paredzēti 9 konferenču apmeklējumi un 6 zinātniskās vizītes
- **Projekta īstenošanas laiks:** 01.03.2017. - 30.08.2019.

# Darbinieki

- Vadošie pētnieki
  - J. Alnis
  - A. Atvars
  - R. Vīter
- Zinātniskie asistenti
  - I. Brice
- Dabaszinātņu laboranti
  - K. Grundšteins
  - A. Pirktiņa
  - A. A. Ūbele



Projekta dalībnieku kopbilde 2017. gada aprīlis.

## **Projekta budžets**

- Projekta kopējās izmaksas: 648 252,61 EUR, to skaitā ERAF finansējums (85%) - 551 014,72 EUR.
  - Izdevumi MP1 - 33 108.93 EUR
  - Izdevumi MP2 - 46 967.37 EUR
  - Izdevumi MP3 - pieprasīti 50 218.34 EUR/  
apstiprināti 50 168.34 EUR  
neatbilstoši veiktie 50.00 EUR
  - Izdevumi MP4 - 19 164.77 EUR
  - Izdevumu, kurus paredzēts deklarēt MP5
    - Darba algas - 21 247.65 EUR
    - Iepirkumi - 3 889.62 EUR
    - Ieguldījums natūrā - 2 755.59 EUR
    - Kopā 34 866.10 EUR (tajā skaitā 6 973.24 EUR netiešās izmaksas)

## **Projekta budžets**

- Projekta kopējās izmaksas: 648 252,61 EUR, to skaitā ERAF finansējums (85%) - 551 014,72 EUR.
  - AM1 (06.03.2017) - 81 215.00 EUR
    - Līdz 31.08.2017 deklarētās izmaksas 80 076.30 EUR
  - AM2 (06.06.2017) - 71 266.25 EUR
    - Līdz 13.12.2017 deklarētas izmaksas 68 244.41 EUR
  - AM3 (15.11.2017) - 32 270.74 EUR
  - Līdzfinansējums no Y5-227840-015 (22.01.2018.) - 3 606.00 EUR

# Iepirkumi

- Comsol datorprogrammas iepirkums (izpildīts).
- Materiālu iegādes iepirkums 1 (procesā).
  - bioķīmisko materiālu iegāde 1 (izpildīts, atlikušie bioķīmiskie materiāli tiks iegādāti, kad nepieciešamas, ņemot vērā to derīguma termiņu).
  - dažādi materiāli izpētes stendu izveidei (optika, mehānika, elektronika, materiāli u.tml.) 1 (procesā, izpildīts vairāku pozīciju iepirkums)
- Instrumentu nomas iepirkums (izpildīts).
- Materiālu iegādes iepirkums 2 (plānots veikt).



# Publikācija ERAF projektā. Ir SCOPUS datubāzē.



PROCEEDINGS PAPER • **NEW**

## Development of optical WGM resonators for biosensors

Author(s): I. Brice; A. Pirkina; A. Ubele; K. Grundsteins; A. Atvars; R. Viter; J. Alnis

Date Published: 7 December 2017

PDF: 6 pages

Proc. SPIE 10592, Biophotonics—Riga 2017, 105920B (7 December 2017);

doi: [10.1117/12.2297551](https://doi.org/10.1117/12.2297551)

Whispering Gallery Mode (WGM) resonators are very sensitive to nanoparticles attaching to the surface. We simulate this process using COMSOL Wave Optics module. Our spherical WGM resonators are produced by melting a tip of an optical fiber and we measure optical Q factors in the 10<sup>5</sup> range. Molecular oxygen lines of the air in the 760 nm region are used as reference markers when looking for the shifts of the WGM resonance lines. We demonstrate WGM microresonator surface coating with a layer of ZnO nanorods as well as with polystyrene microspheres. Coatings produce increased contact surface. Additional layer of antigens/antibodies will be coated to make high-specificity biosensors.

# Ziņojumi LU 76. starptautiskajā zinātniskajā konferencē

**16. februāris, 2018**

10:00 - 15:00

Šķūņu ielā 4, 4. stāvā, - auditorijā

**Sekcijas sēde "Atomfizika, optiskās tehnoloģijas un medicīniskā fizika (LU ASI)"**

1. I. Brice, J. Alnis.

**Čukstošās galerijas modas rezonatora plānotā stabilizēšana uz rubīdija atomu 5S-5P pārejas.**

Towards whispering gallery mode resonator stabilization on the 5S-5P transition in rubidium atoms.

2. I. Brice, A. Pirkšana, A. Ubele, K. Grundsteins, A. Atvars, R. Viter, J. Alnis.

**Optiskie ČGM rezonatori biosensoriem.**

Optical WGM resonators for biosensors.

3. A. Atvars, I. Brice, J. Alnis.

**Čukstošās galerijas modas rezonatoru modelēšana ar COMSOL Wave Optics programmatūru.**

Whispering gallery mode resonator simulation with COMSOL Wave Optics package.

4. A. Pirkšana, I. Brice, J. Alnis.

**Optiskās šķiedras kušanas temperatūras noteikšana, izmantojot Planka likumu un difrakcijas režģa spektrometru.**

Optical fiber melting temperature estimation from the Planck's law using a grating spectrometer.

## **Problēmas/problēmu risinājumi**

- Avansa AM2 apguve
  - Iesniegta oficiāla vēstule CFLA ar lūgumu pagarināt termiņu, kas tika apstiprināta.

Jaunu čukstošās galerijas modu mikrorezonatoru izstrāde optisko frekvenču standartu un biosensoru pielietojumiem, un to raksturošana ar femtosekunžuoptisko frekvenču ķemmi

## **Ceturkā ceturkšņa atskaite**

### **2. Eksperimenti, modelēšana un biosensori**

NACIONĀLAIS  
ATTĪSTĪBAS  
PLĀNS 2020



**EIROPAS SAVIENĪBA**

Eiropas Reģionālās  
attīstības fonds

---

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

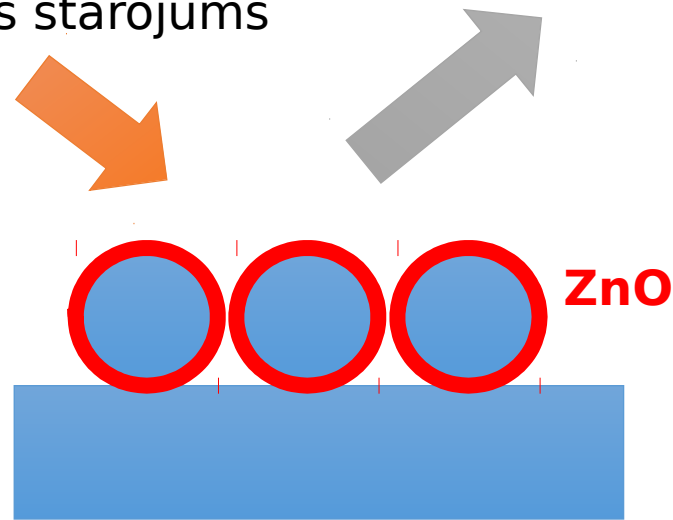
ERAF projekts Nr. 1.1.1.1/16/A/259

# ČGMR signālu modelēšana ar Comsol

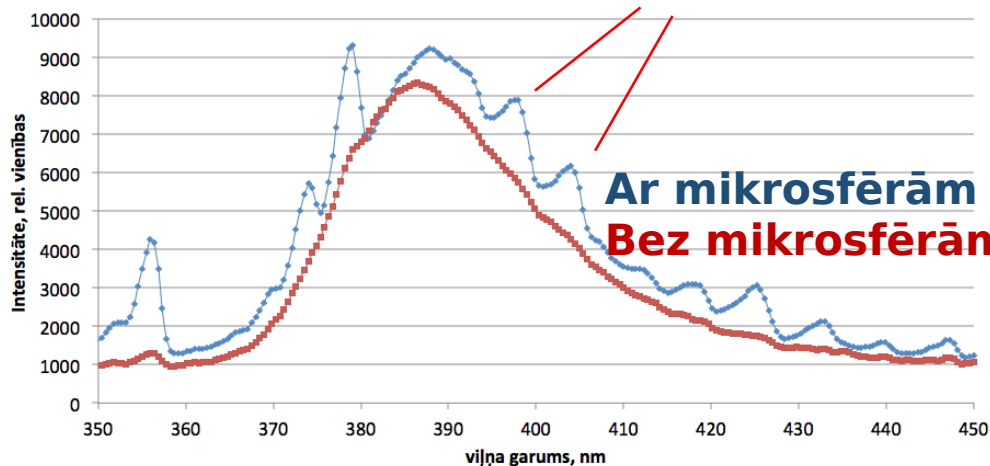
## 1 μm sfēras pārklātas ar ZnO

### ZnO luminiscence 337 nm ierosmē

Krītošais starojums Luminiscence



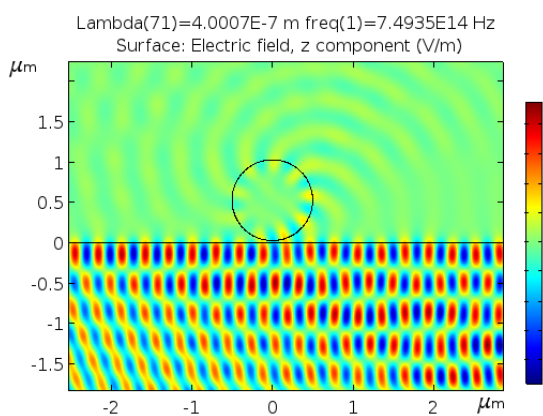
**Eksperiments** Rezonances ar soli ~ 6 nm



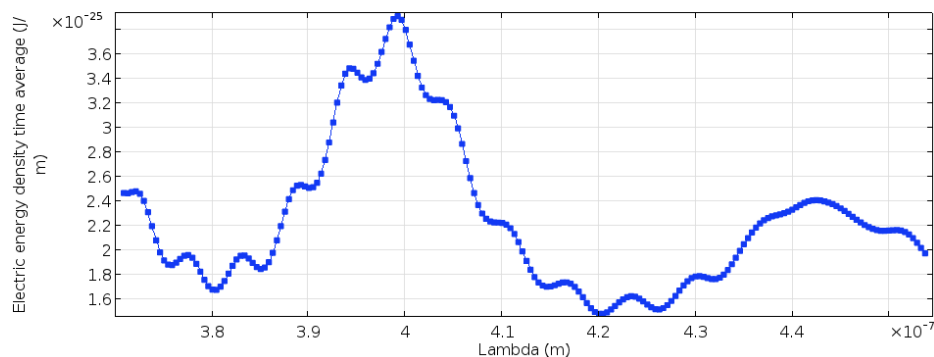
Polisterēna lodes diametrs - 1 μm,  
ZnO slāņa biezums - 100 nm

## Modelēšana

Rezonances ar soli ~ 6 nm



lodes diametrs - 1 μm

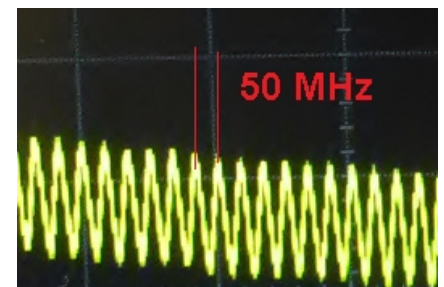
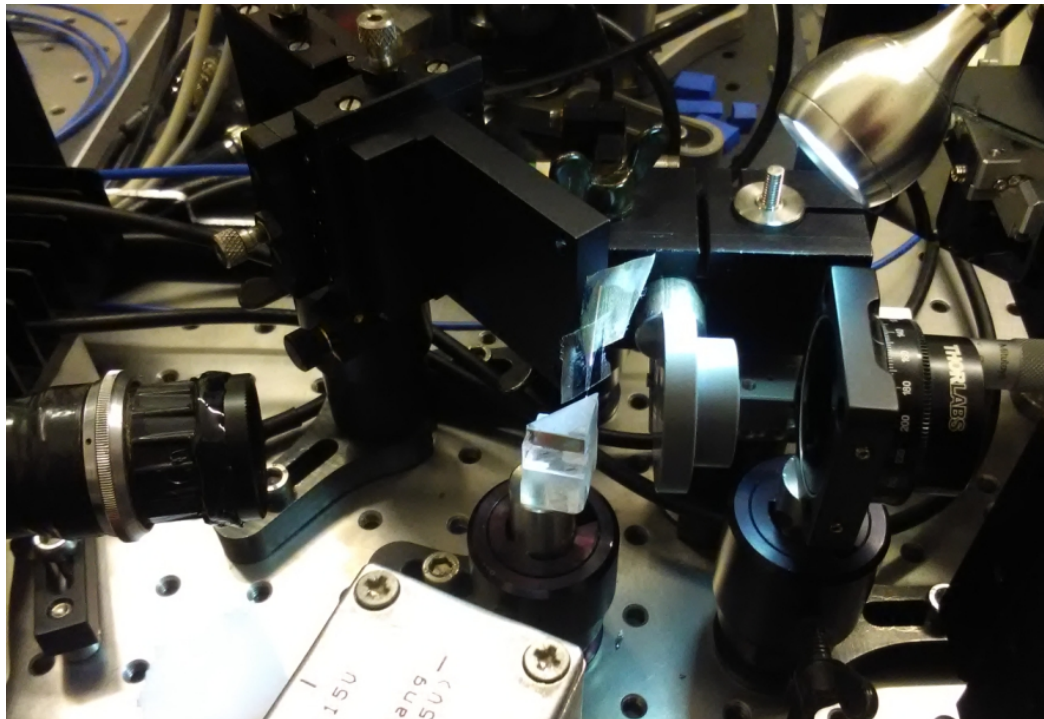


## legūti rezonanšu signāli no 2. prototipa ar 780 nm ECDL lāzeri.

Šim lāzerim spektrālā līnija  $<1\text{MHz}$ , kas ir daudz šaurāka nekā VCSEL lāzerim un tas ļauj izmērīt augstākus ČGMR labuma  $Q$ -faktorus.

780 nm ECDL lāzera starojums tiek pievadīts pa vienmodas šķiedru.

Otra šķiedra kalpo kā interferometrs frekvenču skenēšanas kalibrēšanai.



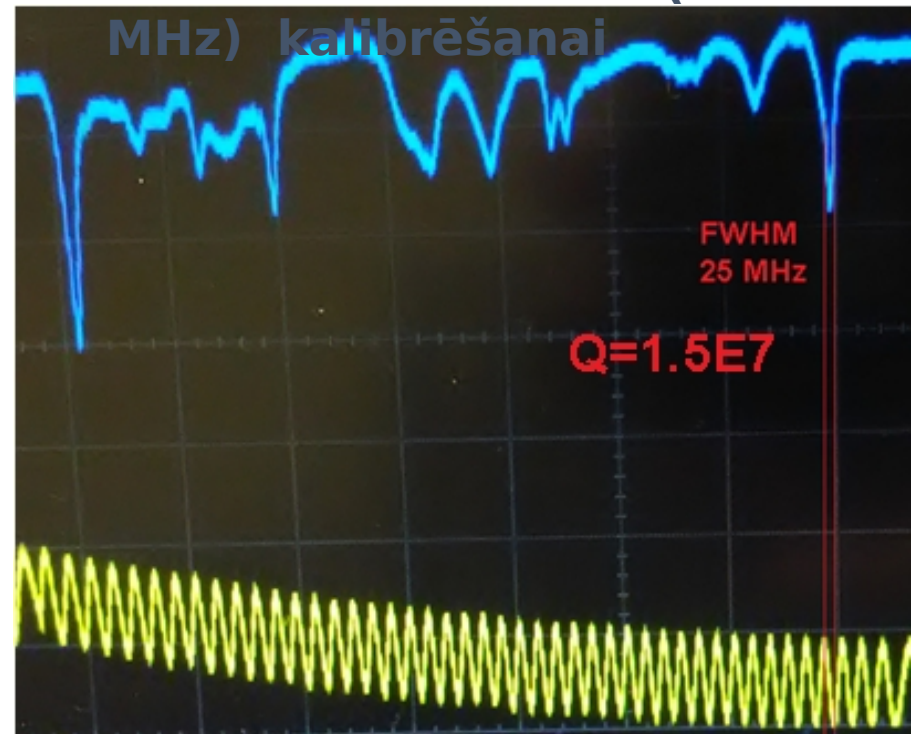


# legūtas rezonances ar $Q = 10^7$ , šaurākas nekā iepriekš ar VCSEL lāzeri

Mikroskopa fotogrāfija  
0.3 mm diametra ČGMR  
rezonatoram un tā  
atspīdums ievades  
prizmā rezonances brīdī.

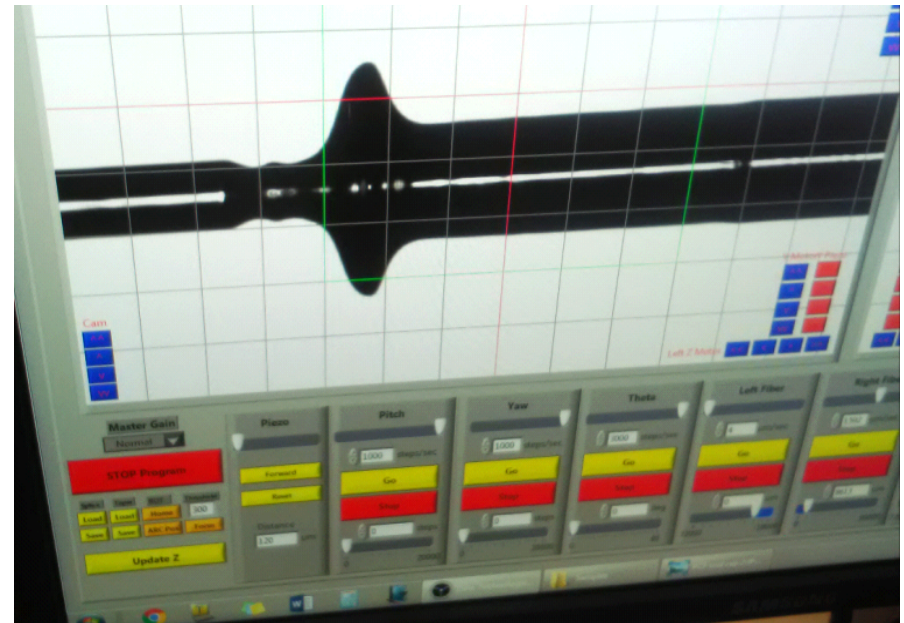
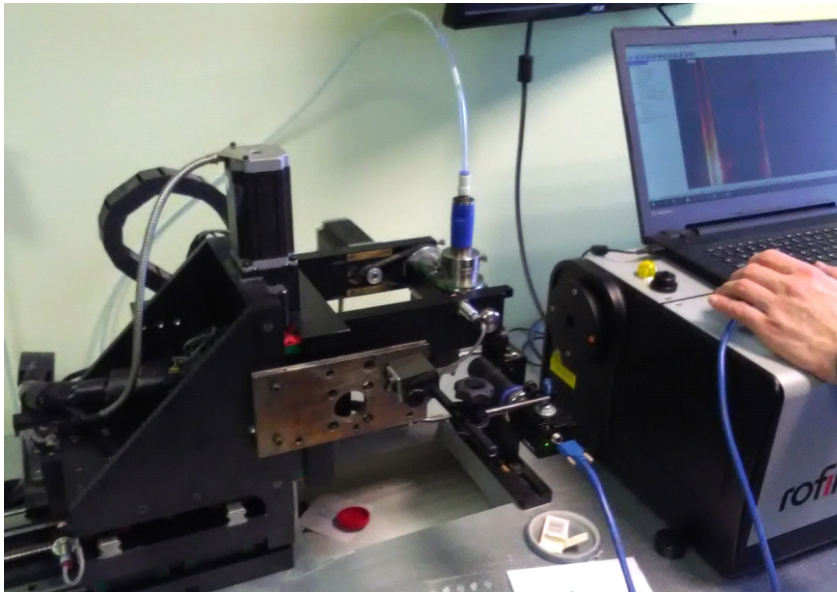


ČGMR Signāls no  
osciloskopa skenējot  
lāzera frekvenci.  
Interferences vilniši (50  
MHz) kalibrēšanai



# No 1mm diam. kvarca stienīša izvirpoti trīs ČGM diskveida rezonatori ar CO<sub>2</sub> lāzera virpu SIA "Lightguide Photonics" Līvānos 2017.12.

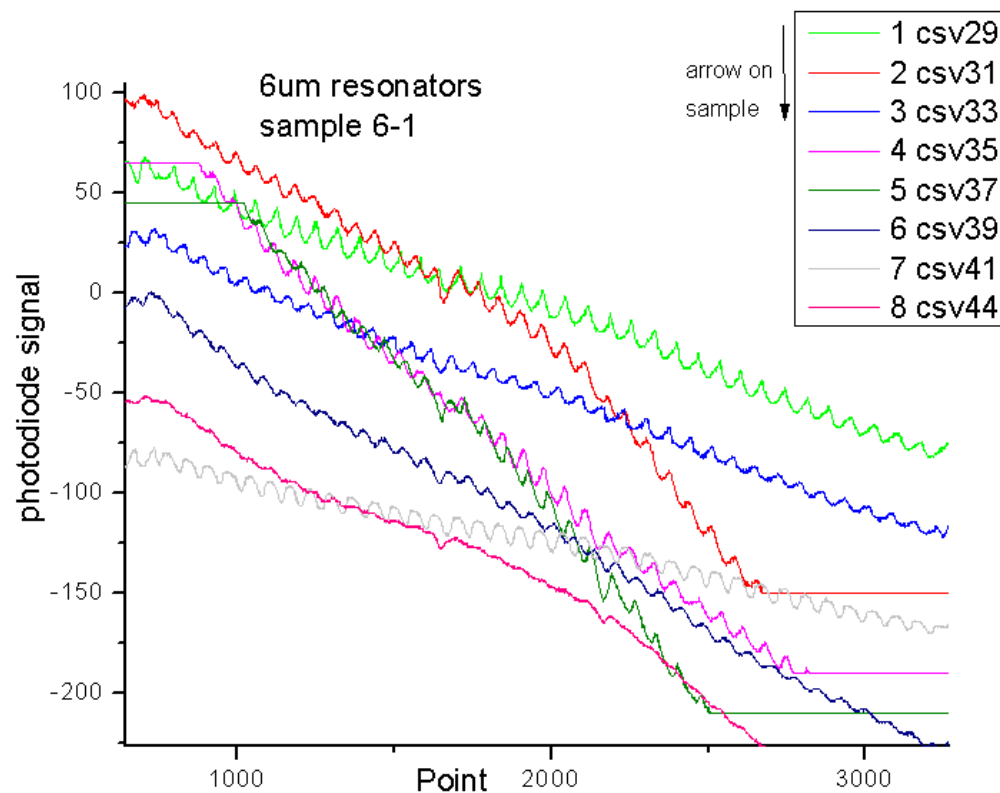
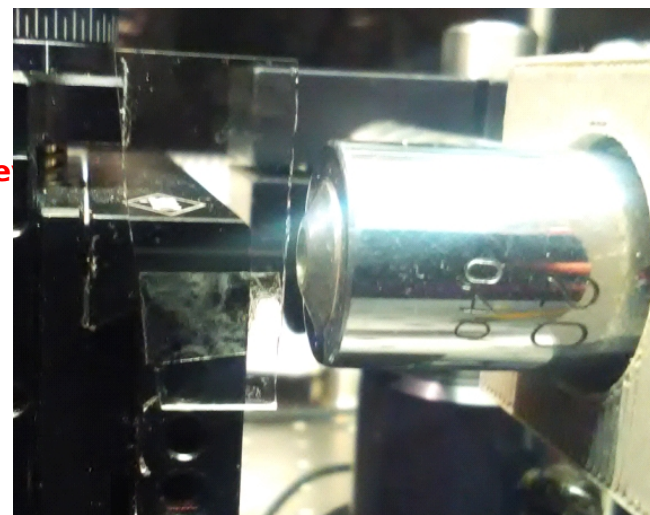
**ASI nav vēl pagūts tiem izmērīt Q-faktorus.**





# LU CFI izgatavoti ČGM rezonatori un viļņvadi no SU8 fotorezista ar fotolitogrāfijas metodi.

Izmēģināti ASI. Lāzera gaismu var ievadīt viļņvados. Rezonanses neizde ieraudzīt, tikai interferences viļņi no viļņvada galiem.



## ČGMR pārklāšana ar ZnO nanopārklājumu biosensoriem.

25 ČGMR bumbiņas (diam 0.3-0.5 mm) uzkausētas no vienmodas šķiedras Polijā pārklātas ar ZnO nanopārklājumu, izmantojot iztvaicēšanu vakumā.

Dažāds ZnO pārklājumu biežums:  
5 nm, 10nm, 20 nm, 50 nm, 100 nm.

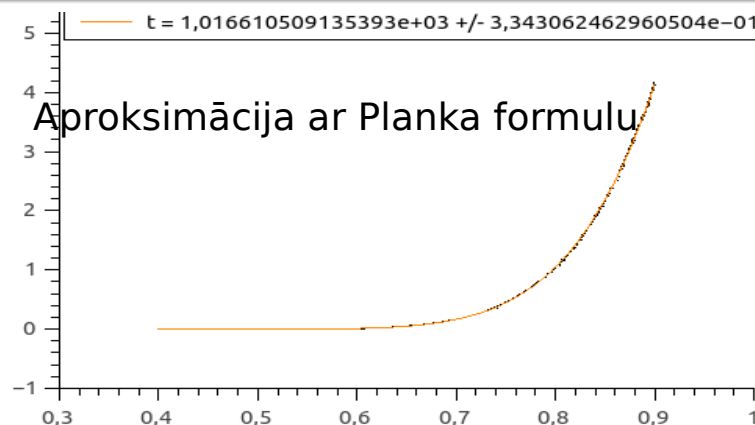
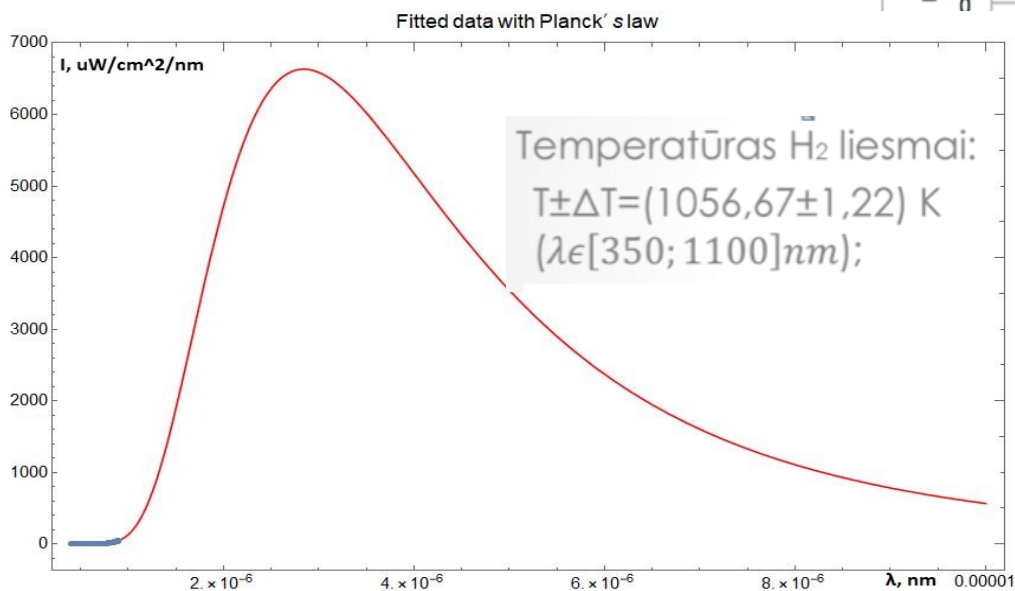
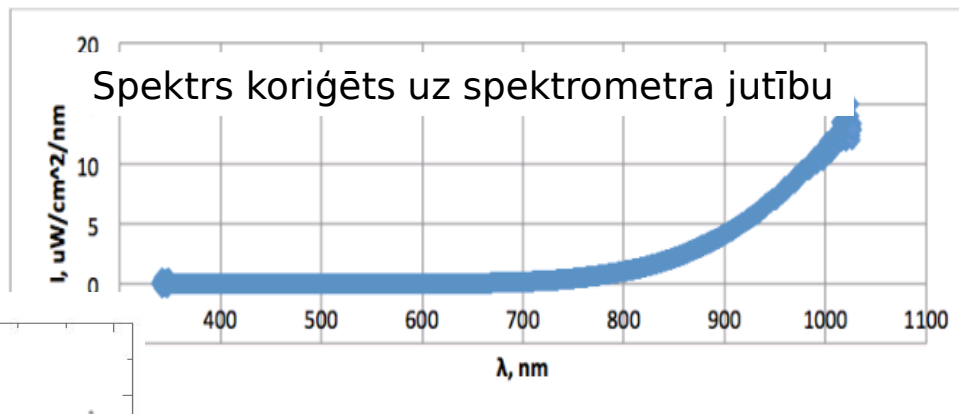
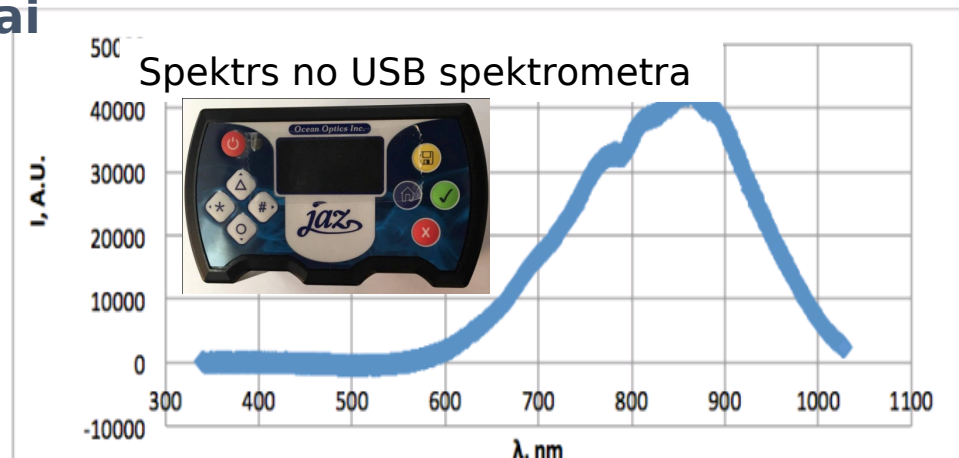
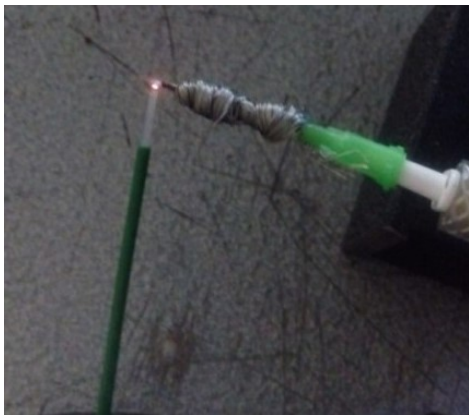
Nav vēl pagūts izmēģināt uztaisītos paraugus.



# Kvarca ČGMR kausēšanas temperatūras noteikšana pēc izstarotā spektra

## Top bakalaura darbs A. Pirktiņai

Miniatūra  $H_2 + O_2$  liesma kvarca lodītes kausēšanai šķiedras galā

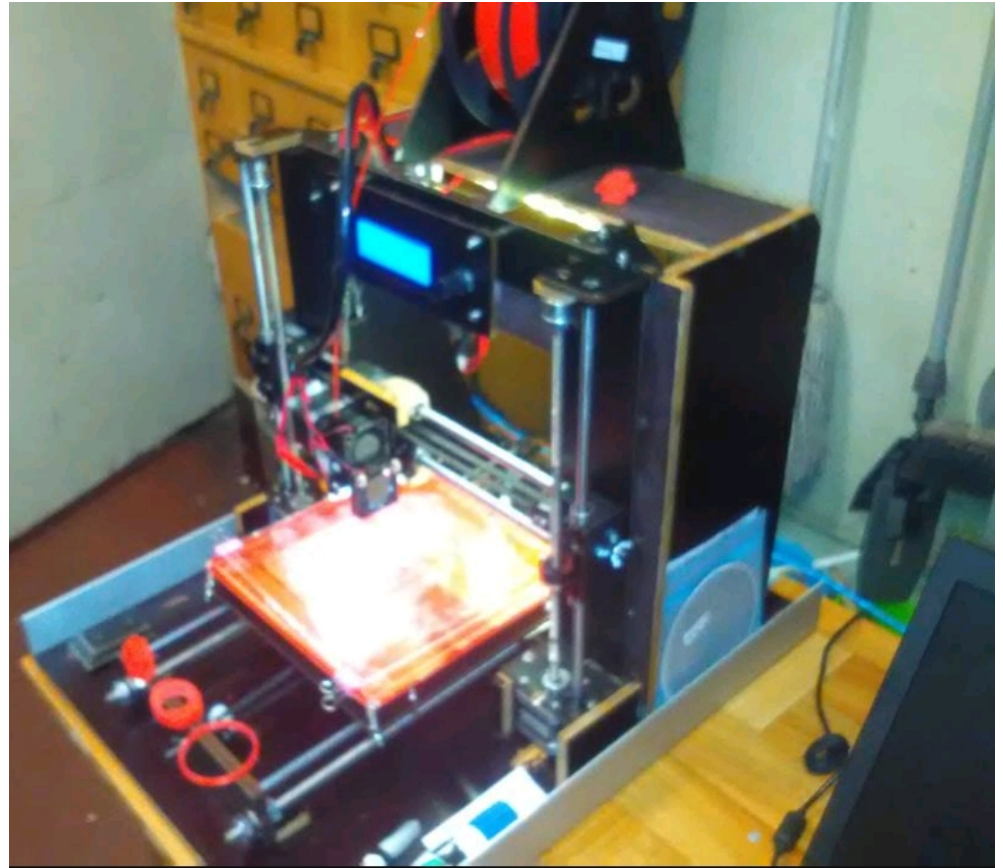




# LU ASI samontēts iepirktais 3D printera komplekts. Apgūta detaļu projektēšana ar *Autocad Inventor*.

## Izdrukāti:

- optikas turētāji
- paraugu turētāji
- Korpusi LED apgaismojumam
- Mikroskopa tubuss



*Modelis Prusa i3*

# Izmēģināts iegravēt mikrofluidikas kanāļus organiskā stiklā ar CO<sub>2</sub> lāzergriezēja palīdzību.

