



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

**Projekta zinātnisko rezultātu pārskats**

Atskaites periods Nr. 9. (01.05.2022. - 31.07.2022.)

**Projekts:** Nr. 1.1.1.1/19/A/144 “Tehnoloģiski pētījumi, lai radītu nākamās paaudzes mazizmēra 100 keV bora jonu implantācijas iekārtu ar TRL līmeni tuvu pie 4”.

**Projekta realizētāji:** Latvijas Universitāte (vadošais partneris), SIA “Baltic Scientific Instruments”.

**Projekta vispārējais mērķis:** Vispārējais mērķis ir attīstīt jaunas paaudzes implantēšanas tehnoloģijas tehnisko nodrošinājumu / laboratorijas iekārtu aparātu kopumu ar virsmērķi nākotnē izstrādāt prototipu, kuru komercializēt un ražot Latvijā.

Projekta darbības un paveiktais dotajā atskaites periodā:

**Darbība 1. Jonu implantācijas iekārtas laboratorijas prototipa izstrāde un attīstīšana.**

**Darbība 1.1.** bora jonu avota izstrāde, attīstīšana un palaišana

Devītajā atskaites periodā notika darbi un eksperimenti, lai optimizētu bora jonu avota prototipa ģeometriju un izlādes parametrus. Sagatavota un iesniegta darbības 1.1. atskaite.

Sagatavota eksperimentiem negatīvo un pozitīvo jonu kūļu iekārta GRIBA(m)<sup>1</sup>, un tā tiks izmantota projekta vajadzībām.

1) Sagatavots jauna raksta plāns un melnraksts par QMS pielietošanas iespējām implantācijai, tam jāpievieno eksperimentālais materiāls un teksts jānoslīpē.

2) Vairāku žurnālu redakcijas noraidījušas tām iesniegto rakstu inovatīva lielas reaktīvās enerģijas kondensatora jomā. Pēc R.Gaņejeva ierosinājuma raksts pārstrādāts. R.Gaņejevs to papildinājis ar savu ievadu un sola papildināt ar savu nobeigumu. Nākamajā mēnī plānots rakstu iesniegt “*Plasma Physics*” žurnālā.

3) Ir sagatavots publikācijas melnraksts par bora atoma un bora jona spektroskopiskām īpašībām un to spektru avotu. Publikācija tiks iesniegta publicēšanai žurnālā “*Physica Scripta*”.

4) Vairākkārt uzlabojot iesniegto rakstu žurnālā LZA Vēstis, panākts, ka iesniegtais raksts publicēts maija laidienā. Redakcijas apstiprinājums saņemts.

5) Šobrīd plānojas A.Bžiškjana un U.Bērziņa komandējums uz Stokholmas DESIREE, lai praktizētos jonu pētniecībā. Ir iesniegtas tēzes DESIREE konferencei.

6) J.Blahins par cita projekta finansējumu apmeklēja Triestes Elettra, kur apmainījās ar pieredzi, ieguva atzītu jonu pētniecības ierīču speciālistu kontaktus (tai skaitā nākotnes projektu attīstīšanai jonu kūļu jomā), popularizēja Bora jonu Projektā iegūtos rezultātus.

**Darbība 1.2. jonu kūļa apstrāde ar QMS filtru un filtra palaišana.**

Ir izgatavoti pirms un pēc QMS bloka uzstādāmie elektrodi un to turētāji ar lāzergriešanas paņēmienu. QMS barošanas bloks tiek pielāgots darbam, šai sakarā veikts eksperiments nepieciešamās elektriskās jaudas precīzākai noskaidrošanai. Darba procesā darbības 1.2. satura atskaite.

Saistībā ar QMS iebūvēšanu paveikts:

1) Uzdevums: iemontēt kvarca šūnā, regulēšana, izaicinājums - kā stiprināt pret sienām.

*Realizētais risinājums – AISI.321 materiāla virpots/TIG\_ metināts bundulis ar indija pāreju uz kvarca cauruli. Jau realizēts un strādā.*

<sup>1</sup> GRIBA(m) – Gotheburg-Riga Ion Beam Apparatus (mobile)

- 2) Uzdevums: kvadrupola masas selektora (atommasas filtra QMS) tehnoloģijas izmantošana; veikta pārbaude, jonu atstrāde un pārliecība, ka tehnoloģiju var izmantot.  
*Pārbaumu rezultāti ir apmierinoši, bet pārbaudes vēl turpinās līdz atbilstošās publikācijas pabeigšanai, kam šie dati ir pamats.*
- 3) Uzdevums: regulējams maiņstrāvas ģenerators ar līdzkomponenti, jāveic izpēte, LIIsa, Matcad, modelis.  
*Izprojektēts, daļēji pārbaudīts, pabeigšana kavējas vispasaules haosa dēļ komponentu iepirkumos. Drīzumā gaidāmas piegādes un bloku varēs pabeigt. Datormodeļa vietā tika izlemts veikt aprēķinus ar Excel un formulām.*
- 4) Uzdevums: Uzstādīts Faradeja kauss (Faraday Cup), regulācija, pareizā režīma atrašana  
*Izgatavots FC datu nolasītājs (femtoampermetrs, notestēts un nograduēts. FC izgatavots un ievietots sistēmā, no kuras vēlāk tas tiks izvilkts (jo traucēs nākošo kaskāžu darbību)*
- 5) Uzdevums: QMS filtra instalēšana, sūkņu uzstādīšana un testēšana *Paveikts.*
- 6) Uzdevums: jonu kūļa attīrīšana līdz darba līmenim, piemaisījumu kontrole, veic papildus MS analīzi citur  
*Daļēji paveikts: šobrīd noris eksperimenti pie kūļa attīrīšanas režīma ieregulēšanas. Laba augstvakuma nodrošināšanai ir vajadzīga vismaz nedēļa, katrai testa EKSPERIMENTU SĒRIJAI, Sagatavots mērkomplekss GRIBA(m) – Gotheburg-Riga Ion Beam Apparatus (mobile), lai varētu šādu kontroleksperimentu veikt, taču precīzs datums nav zināms.*

### **Darbība 1.3. Jonu paātrinātāja izstrāde un palaišana.**

Elektrodi ir izgriezti un samontēti, testēti vakuuma apstākļos. Tiek finalizēta barošanas bloka elektronikas shēmas izstrāde. Darba procesā darbības 1.3. satura atskaites sagatavošana.

- 1) Izveidots elektrodu saišķis nolieces-izvēšanas sistēmai kopā ar galvenā paātrinātāja elektrodiem atbilstošā kvarca-stikla caurulē. Šobrīd notiek elektrodu izvadu ierīkošana.
- 2) Uzdevums: miniatūra lineārā paātrinātāja LINAC datormodelēšana.  
*Aizstāts ar aprēķinu rokas režīmā ar dažādiem variantiem un atsijāts mērķtiecīgākais režīms, kas izmantots elektronikas bloka konstruēšanai kā ieejas dati.*
- 3) Uzdevums: LINAC izgatavošana - nerūs.tērauda vai molibd.sistēmas izgat. (lāzers sagriež ar precizitāti virs 10 mikroni), kvarca stieniši, nerūs. Fe plāksnītes, montāža kopā kvarca caurules iekšienē un fiksē, katrai plāksnei atšķirīgs spriegums  
*Izgatavots, samontēts, uzstādīts.*
- 4) Uzdevums: LINAC testēšana, sprieguma pārbaude  
*Izprojektēts, daļēji pārbaudīts, elektronikas aprīkojuma izgatavošanas pabeigšanu nosaka komponentu globālās piegādes kavējumi.*
- 5) Uzdevums: kamerā ar motoru griež paraugu 15° pret asi  
*Uzsākta projektēšana*
- 6) Uzdevums: LabView vides noformējums uz ekrāna, datorvide jāsaprogrammē.  
*Vēl nav uzsākama*
- 7) Uzdevums: defokusēšana un kūļa izvērse starp paātrinātāju un kameru, alternatīvu analīze, vairāki augstsprieguma ģeneratori  
*Izgatavoti vairāki ģenerators varianti un izvēlēts labākais, kas šobrīd atrodas izgatavošanā. Montāžu kavē ierobežotā detaļu pieejamība, ko nosaka globālās elektronikas industrijas reorganizācija un pieaugušie pasūtījuma termiņi. Šāda problēma kopš Covid-19 sākuma ir visā pasaulē ar elektronikas komponentēm.*
- 8) Uzdevums: jonu kūļa paātrināšana ar klasisku lineārā paātrinātāja sistēmu, dozu līkne, piemaisījumu kontrole, dziļuma snieguma kontrole, izvērtēšana kopā ar BSI  
*Atrodas agrīnajā sākuma etapā.*

### **Darbība 1.4. Mehāniskās konstrukcijas un ierīces iekārtas.**

Turpinās darbi pie mehānisko konstrukciju plānošanas un izveides. Darba procesā darbības 1.4. satura atskaites sagatavošana. Paveiktie darbi:

- 1) Uzdevums: adaptēt klasiskas jonu kūļa fokusēšanas, stūrēšanas un kolimēšanas sistēmas uz Einzell lēcu pamata, kā arī parauga grozīšanas un antistatikas sistēmas  
*Aprēķini veikti, elektrodi izprojektēti, izgatavoti, samontēti un uzstādīti, bet nav pieslēgti barošanas avotiem, kas ir pusizgatavoti un gaida detaļu piegādi.*
- 2) Uzdevums: adaptēs citus sistēmas elementus, tai skaitā vakuumsūkņus, vakuumkameras, iekārtas rāmi, turbomolekulārie pumpji.  
*Lielā mērā paveikts, taču vēl ir atsevišķi pabeidzami darbi šai jomā.*

### **Darbība 1.5. Elektronikas apsaistes izgatavošana priekš iekārtas**

Turpinās darbs pie 100 kV taisngrieža, daudzkārsotāja un ierosinātāja izveides un testēšanas. Intensīvi turpinās darbs pie DDS (QMS) ģenerators izveides. Darba procesā darbības 1.5. satura atskaites sagatavošana. Vēl jāstrādā ar stara nolieces/izvērses shemotehnisko risinājumu.

1) Uzdevums: elektronikas u.c.komponenšu, dokumentācijas, instrukciju izstrāde  
*Nav sākts.*

2) Uzdevums: PCB modelēšana, montāža un izstrāde ASI uz vietas, PCB testēšana ASI  
*Uzdevums paveikts daļēji, plates atrodas ražošanā, bet nav samontētas.*

### **Darbība 2. Jonu implantēšanas iekārtas testēšana.**

Laboratorijas līmeņa testēšanas darbi sāksies Projekta nobeiguma etapā.

### **Darbība 3. Projekta rezultātu izplatīšana un intelektuālā īpašuma tiesību aizsardzība.**

#### **Darbība 3.1. Tehnoloģiju tiesību - zinātības apraksts.**

Paveiktais: turpinās 1.-6.ceturkšņos iesāktais, pamatā literatūras analīzes apkopojums.

#### **Darbība 3.2. Citas darbības 3 aktivitātes.**

Līdz ar projekta uzdevumu izpildi tiek krāti pētījumu rezultāti distertācijām: J.Blahinam un A.Bžiškjanam. Nākamais solis būs bora atomu un jonu spektroskopiskie pētījumi, kuri ir nepieciešami ierīču parametru optimizācijai.

1. Trīs mājas lapas aktualizētas paredzētajos termiņos ar paredzēto 8.ceturkšņa saturu. Sagatavots pārskats par sasniegto 9.ceturksnī.
2. Divi raksti no plānotajiem publicēti, trīs atrodas rakstīšanas etapā (*par reaktīvo jaudu kondensatoros, par QMS lietošanu magnētisko masas filtru lietās un par bora spektroskopiju*).
3. Bžiškjans un Bērziņš apmeklēs DESIREE starpt.zin.konferenci 2022.gada 21.augustā Stokholmā.
4. Blahins jūlijā no cita projekta līdzekļiem apmeklēja ELETTRA pētniecības centru Triestē publicitātes un pieredzes apmaiņas nolūkos. Sīkāk skat punktu WP1.1

### **Darbība 4. Projekta vadība un koordinācija.**

Projekta īstenošanas periodā notikuši regulāri zinātniskie kolokviji, vairākas darba sanāksmes (*semināri, parasti otrdienās, plkst.10.00 FOTONIKA-LV platformas darba semināru ietvaros*). Projekta Padomes sanāksme Nr. 8 (29.07.2022.). Iesniegta un apstiprināta 8.ceturkšņa atskaite, iesniegts pieprasījums un saņemts 8.starpposma maksājums.

Pārskata periodā notika gan regulāras, gan šaurākas darba sanāksmes un tikšanās laboratorijas ietvaros un arī ar partneri - BSI, kurās apspriesti aktuāli projekta realizēšanas inženiertehniskie jautājumi; metodikas; primāro iegūto testu rezultātu atbilstība lietišķajām vajadzībām.