



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. 1.  
(01.05.2020. - 31.07.2020.)

**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 / aparātu kopumu ar virsmērķi nākotnē tādus ražot un lietot Latvijā, kā arī eksportēt.

Projekts attīstīs sekojošas inovatīvas tehnoloģijas, sasniedzot konceptuālā prototipa līmeni:

- Bora atomizācija un jonu radīšana dobā katoda ierosmes sistēmā ar tālāku papildu ierosmi induktīvi saistītā plazmā ar tālāku bora jonu kūļa formēšanu un paātrināšanu ar lauku līdz 100 KV. Lielie industriālie implantēšanas aparāti bora kūļu formēšanai lieto toksisku bora fluorīda gāzi. Šī projekta atslēgas inovācija bora atomizācija un jonizācija kombinētā plazmas izlādē;
- Inovatīva pieeja ļaus jonu kūļa paātrināšanai izmantot klasiskas lineārā paātrinātāja sistēmas, kas optimizēs dažādus jonu implantēšanas procesa parametrus.

Viens no perspektīvākiem ir jonu kūļa paātrināšana ar kvadrupola masas selektoru (QMS - labi zināma metode mass spektrometrijā), jo tas ir būtiski mazāks, lētāks un vieglāks nekā tradicionāli izmantotais dubultfokusēšanas magnēta atommasas filtrs.

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

Pirmajā atskaites periodā ir veikti apjomīgi literatūras pētījumi par to, ar kādiem risinājumiem jonu implantēšanas tehnika ir evolucionējusi un kurp tā virzās, tā gūstot apstiprinājumu, ka mūsu ideja ir konkurētspējīga. Tāpat iepazītas tehniskās apsaistes (elektronika, vakuumtehnika, mehānika, izgatavošanas tehnoloģija) standarta metodes. Projekta realizēšanas plānā pēc atbilstošas prezentēšanas un apspriešanas darba sanāksmēs ieviesti atbilstošie uzlabojumi. Izvērtējot alternatīvas, darba grupā (PVG) izlemts par labu metāliska tīra bora izmantojumam jonu avotā formējot jonu kūli no vairākām daļām saliktā kvarcā veidotā vakuumtraktā. J.Blahins literatūras studiju ietvaros ir izskatījis vairāk, kā 100 publikāciju un patentu, ir izstrādājis eksperimentu principiālo blokshēmu, kuras aprises prezentēja Kick-of sanāksmē, un viņš ir galvenais autors, sagatavojot pārskata zinātnisko publikāciju.

U.Bērziņa vadībā izstrādāts plāns negatīvo jonu kūļu iekārtas GRIBA pielāgošanai un, komplektēšanai atbilstoši BORS projekta vajadzībām. Šī unikālā iekārta izstrādāta sadarbībā ar

Gēteborgas Universitātes Fizikas departamentu projektā *FP7-REGPOT-2011-1, FOTONIKA-LV, Nr. 285912 "Unlocking and Boosting Research Potential for Photonics in Latvia – Towards Effective Integration in the European Research Area"* izpildes laikā 2012.-2015.gados, Dr.hab.U.Bērziņam, PhD cand.J.Blahinam un MsC Phys Aigaram Apsītim no LU puses strādājot kopā ar Prof.Daga Hanstorpa grupu Gēteborgas Universitātē. Tā ir pasaulē pirmā mobilā negatīvo jonu kūļu iekārta, kura tagad ir pārvesta un uzstādīta Šķūņu ielā 4 LU ASI Atomfizikas, atmosfēras fizikas un fotoķīmijas laboratorijas telpās un kura ir daļa no LU Nacionālās zinātnes platformas FOTONIKA-LV augstvērtīgās infrastruktūras pētniecības nodrošināšanai kvantu zinātņu jomā.

Nepieciešamos risinājumus U.Bērziņš vairākkārt prezentēja ar īsām un izvērstākām prezentācijām apspriedēs ar projekta vadītāju un laboratorijas speciālistiem.

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

Darba ietvaros ir izplānoti QMS stieņu nepieciešamie raksturlielumi un sagatavota iepirkuma tehniskā specifikācija sadarbības partnerim, kurš rūpēsies par iepirkuma tālāko procesu. QMS stieņi ir ļoti specifiska ultra-augstas kvalitātes detaļa, kam atrast kvalificētus ražotājus un piegādātājus nav vienkārši, taču tas ir izdevies. Sagatavota darbam trīszonu krāsns lielgabarīta lineāru kvarca-stikla detaļu atlaidīšanai, lai noņemtu to izgatavošanas procesā radušos termiski/mehāniskos spriegumus. Izgatavota palīgierīce šo spriegumu vizualizēšanai, kas darbojas uz divu polarizācijas filtru pamata.

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

Ir veikti jonu avota konstruēšanas darbi izmantojot pirmās skiču versijas un tagad dienas kārtībā ir tā pārbaude eksperimentos izmantojot spektroskopijas metodes atomārā bora un bora jonu koncentrāciju mērījumiem.

Ir apzinātas programmatūras un izvēlētas divas, ar ko modelēt jonu kūli. Tiek meklēti risinājumi, kā piekļūt pie šiem resursiem aizņemoties vai nopērkot.

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

Tiek strādāts pie mehānisko konstrukciju un ierīču skicēm stenda karkasam uz ritentiņiem ar montāžas sliedēm un stiprinājumiem, būtu iespējama viegla savietošana ar spektroskopijas iekārtam.

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

Notiek darbs pie shemotehniskās dokumentācijas izstrādes un t.sk. pie QMS vadības oscilatora shemotehniskā risinājuma uz DDS, ar izejas būsperkaskādi, pamata, un lielā mērā, bet ne pilnīgi - stara nolieces/izvērses shemotehniskais risinājums ar līdzīgu shemotehnisko risinājumu. Tiek pētīta literatūra par šī interfeisa realizēšanas pieredzi.

Tiek būvēta pirmā versija datorvadītam (ar LT-Spice) universālam barošanas avotam. Elektronikas darbiem nepieciešamās specifiskās elektronikas komponentes ir apzinātas un tiek gatavota attiecīga iepirkuma dokumentācija.

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

Darbi sāksies vēlāk.

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

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

Paveiktais: Starptautisku konferenču rakstu (proceedings) un zinātnisko žurnālu analīze un izpēte un tai skaitā attiecīgi pētīta patentu literatūra lai būtu skaidrība ar "freedom to operate" situāciju (J.Blahins, A.Bžiškjans un A.Ūbelis). Pirmajā līmenī ir noskaidrota tehnoloģijas sasniegumu līdzšinējā robeža, inovatīvu risinājumu perspektīvas un iespējas patentiem.

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

Ir uzsākts rakstīt pirmo no plānotajiem SCOPUS rakstiem, noticis seminārs tā melnraksta apspriešanai; tajā iegūtie priekšlikumi tiek rakstā iestrādāti.

Ir uzsākts darbs pie disertācijas rakstīšanas abiem kandidātiem: A.Bžiškjanam un J.Blahinam.

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

Projekta īstenošanas periodā notikušas vairākas darba sanāksmes (semināri – Kick-off sanāksme, Projekta vadības grupas sanāksmes – 4 un Projekta Padomes sanāksme - 1).

Notiek gan regulāras, gan epizodiskas šaurākas darba sanāksmes un tikšanās laboratorijas ietvarā un kontaktos ar partnera - BSI, projekta komandu kurās apspriesti: aktuāli projekta realizēšanas inženiertehniskie jautājumi; metodikas; darbs pie disertācijām.