

# Zinātnes Vēstnesis

Latvijas Zinātņu akadēmijas, Latvijas Zinātnes padomes un Latvijas Zinātnieku savienības laikraksts

6 (548)

ISSN 1407-1479

2018. gada 26. marts

## “LATVIJA VAR!” – SKAN JUBILEJAS SAUKLIS. BET VARĒTU VAIRĀK



LZA prezidents O. Spāriņis Foto J. Brencis

Latvijas zinātnei ir iemesls lepoties, jo tās attīstību un sasniegumus garantē izcilākie mūsu zemē strādājošie vecākas paaudzes un pēc valstiskās neatkarības atjaunošanas Latvijas augstskolu un starptautisku izglītību ieguvušie jaunie, akadēmiski spēcīgākie zinātnieki. Valsts simtajā gadskārtā esam situācijā, kad jādoms, kā nepazaudēt zinātniekus un kā veidot kvalificētu pēctecību. Statistikas dati ir nepielūdzami – ja 1991. gadā Latvijā strādāja 16 000 zinātnieku, tad mūsdienā Latvijā viņu skaits ir sarucis līdz aptuveni 7500 daļējā vai pilnā slodzē nodarbināto.

Latvijas Zinātņu akadēmija šī gada 16. februārī pasniedza balvas par 2017. gada nozīmīgākajiem sasniegumiem zinātnē. Nominācijas ir Latvijas zinātnieku pabeigto pētījumu rādītājs, kas ļauj rezumēt vairāku iepriekšējo gadu darba rezultātu. Iepriecinoši ir tas, ka godalgotie sasniegumi un atklājumi liecina par Latvijas zinātnieku aktīvo sadarbību ar pētniekiem visā pasaulē un ka liela daļa no atzinību guvušajiem sasniegumiem ir radīti kopīgiem spēkiem. Tas ceļ gan Latvijas zinātnes līmeni, gan ļauj Latvijas zinātnieku atklājumiem bagātināt pasaules intelektuālo pieredzi kā fundamentālajās, tā lietišķajās un humanitārajās zinātnēs.

Mēs varam lepoties ar to, ka tieši pēdējos gados Latvijas zi-

nātnieku pētījumi pāraug šo atklājumu lokālo vai tikai nozares mērogā šauri centrēto nozīmi un kļūst par starpnozaru sasniegumiem ar ievērojamu komerciālu nozīmi, un šajos atklājumos ir paredzams perspektīvs ekonomiskais efekts. Jā, mēs lepojāmies ar to, ka Latvijas Zinātņu akadēmija ik gadus diviem izcilajiem zinātniekiem par ilggadējiem, ievērojamiem un starptautiski atzītiem sasniegumiem piešķir LZA Lielo medaļu. Tāpēc ar gandarījumu un prieku paziņoju, ka Latvijas dibināšanas simtajā gadskārtā LZA Senāts lielā vienprātībā nobalsoja par Lielās medaļas piešķirumu akadēmiķiem – Latvijas Universitātes tiesību zinātņu profesoram Kalvim Torgānam un farmakoloģijas profesorei Vijai Zaigai Klušai.

Latvijas izglītības un zinātnes konkurētspēja ir tieši atkarīga no valsts attieksmes, kas ir izmērāma pieejamā finansējuma mērvienībās. Un, ja finansējums nav pietiekams un tā piešķiršanai ir nebeidzamu pārtraukumu un kavējumu raksturs, ja līdzekļu piekļūvi kavē vāja normatīvo dokumentu izstrāde un administrēšana, tad gan izglītības, gan zinātnes attīstība nevar būt nedz strauja, nedz sekmīga, un rada nevēlami sliktu iespaidu par zinātnes nozarēm kā perspektīvām darba jomām.

Latvijas zinātnieki atkārtoti, gadu no gada ir rosīnājuši valdību atvērt acis un uzlūkot zinātni kā vienīgo drošo peļņas instrumentu mūsdienīgu pasaulē, kā ātrāko un godīgāko līdzekli ekonomiskās attīstības nodrošinājumam, kas izmantojams ar vienu nosacījumu – valsts sekmē zināšanu ietilpīgas rūpniecības atjaunošanu ar modernu tehnoloģiju palīdzību un tiecas pēc savas ekonomiskās patstāvības. Finanšu ministres radio intervijā teiktie vārdi, ka, pieņemot 2018. gada budžetu, “ugunsgrēki esot dzēsti...”, attiecas tikai uz to, ka valsts simtgadē kopējais budžets tika pieņemts bez garām politiskām debatēm un ķīviņiem. Taču arī šī gada budžētā zinātnei atvēlēts joprojām nepietiekams finansējums. Nav audzis arī zinātnes bāzes finansējums, kas nodrošinātu zinātnieku vienmērīgu darbu un saglabātu darba vietas, bet ir nedaudz palielināts konkursa kārtā iegūstamais fundamentālo un lietišķo zinātņu finansējums, kas būs pieejams tikai gada otrajā pusē. Tas ir iemesls, kāpēc kā burkāns zinātnieku acu priekšā tiek turēts lozungs par zinātnes kā prioritāri balstāmas tautsaimniecības nozares finansējuma palielinājumu 2019. gadā. Šobrīd tie ir tikai vārdi.

Turpinājums – 4.lpp.

## MŪSU VELTE LATVIJAS SIMTGADEI

Šogad noslēdzas valsts pētījumu programma “Letonika: Latvijas vēsture, valoda, kultūra un vērtības”, kuras atbildīgā institūcija ir Latvijas Zinātņu akadēmija. Viens no galvenajiem šīs programmas padarītājiem darbiem četru gadu garumā ir tikko pabeigtais akadēmisko rakstu krājums “Latvija un latvieši” divos sējumos, katrs trīs valodās (latviešu, angļu un krievu). Akadēmiķa Jāņa Stradiņa vadībā krājumu veido tuvu pie pūssimts zinātnisku rakstu par Latvijas vēsturi, kultūru, valodu, zinātņi, demogrāfiju, kultūrainavu, politisko un ekonomisko vēsturi, kā arī par latviešiem un citām tautībām, kas dzīvo Latvijā. Rakstu autori – Latvijā kompetentākie zinātnieki šajās jomās – centušies parādīt Latviju un latviešus ārzemniekiem sapro-

tāmā veidā, kas būs viena no atšķirībām ar 2013. gadā izdoto četrsējumu krājumu “Latvieši un Latvija”. Jaunais krājums atšķirsies ar tēmu izvēli – tās būs vairāk piemērotas un noderīgas ārzemju lasītājam, kas vēlēšies uzzināt pašu svarīgāko par Latviju un latviešiem.

Krājuma papildina plašs ilustratīvais materiāls – vairāk nekā 540 fotogrāfijas, 90 diagrammas un tabulas, 30 kartes.

Krājuma izdošana nebūtu iespējama bez sponsoru atbalsta un šoreiz tie ir Latvijas Zinātņu akadēmijas goda mecenāti Pēteris Avens un Juris Savickis. Taču daļa naudas iegūta aizņēmuma veidā, kas nozīmē, ka krājuma izplatīšana nebūs bez maksas.

Latviešu un angļu izdevumu atvēr-



šanas svētki iecerēti jau aprīļa beigās. Iši pirms 4. maija ceram šādi atzīmēt arī mūsu neatkarības atjaunošanas gadadienu un Latvijas simtgadi.

Tālavs Jundzis, LZA ārlietu sekretārs

## PIE LASĪTĀJIEM NONĀK VPP EKOSOC-LV MONOGRĀFIJA “SIMTAM PĀRI. VIEDĀ LATVIJA”

Šī gada 21. martā Latvijas Zinātņu akadēmijas (LZA) Portretu zālē notika valsts pētījumu programmas (VPP) EKOSOC-LV monogrāfijas “Simtam pāri. Viedā Latvija” atvēršanas pasākums. Autoru kolektīva monogrāfija sagatavota, balstoties uz 2014.–2017. gadā veiktajiem pētījumiem 10 projektos, kuri iekļāvās minētajam laika posmam apstiprināto 6 prioritāro zinātnes fundamentālo un lietišķo pētījumu virzienu 5. virzienā: valsts un sabiedrības ilgtspējīga attīstība (sabiedrība, pārvaldība, resursi, tautsaimniecība, demogrāfija, vide).

Monogrāfijā ir dots ieskaits blokus sastrukturētajos projektos: 1) *telpiskās attīstības projektu bloks* (lauku un reģionālā attīstība zināšanu ekonomikas kontekstā; kultūrvides attīstība, vides daudzveidības saglabāšana; sociālās apziņas izmaiņu ietekme uz ekosistēmas pakalpojumu ilgtspējīgu) – vadītāja akadēmiķe, LLU prof. Baiba Rivža; 2) *sabiedrības attīstības projektu bloks* (sabiedrības atjaunošana, samazinot depopulācijas riskus; refleksija par vērtībām un rīcības modeļiem sociālo un eko-

nomisko pārmaiņu laikā; sociālās un politiskās transformācijas pēckrīzes posmā) – vadītājs akadēmiķis, LU prof. Juris Krūmiņš; 3) *ekonomiskās attīstības projektu bloks* (uzņēmumu konkurētspēja ārējos tirgos; inovācijas (tajā skaitā sociālās inovācijas) un uzņēmējdarbības attīstība atbilstoši viedās specializācijas stratēģijai; sabiedrības iesaiste sociālās inovācijas procesos) – vadītājs akadēmiķis, RTU prof. Remīgijs Počs; 4) *tiesiskais ietvars* (ilgtspējīga tautsaimniecības transformācijas tiesiskā ietvara efektivitātes paaugstināšanas modeļa izstrāde) – vadītāja LZA korespondētājlocekle, LU prof. Arija Meikališa.

Katrā projektu blokā ir sniegti secinājumi un ieteikumi, problēmu uzstādījumi un risinājumi. Tāpat katrā projektu blokā ir ietverti labās prakses piemēri un ekspertu viedokļi. Ekspertu viedokļi ir pausti arī saistībā ar zinātnieku izvirzītajiem valsts attīstības scenārijiem, kas izstrādāti ar Tomasa L. Sāti (*Thomas L. Saaty*) Hierarhiju analīzes metodi.

Nodaļā “Notikumu hronika” ir atspoguļoti nozīmīgākie pasā-

## LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS PAVASARA PILNŠAPULCE VĒLTĪTA LATVIJAS VALSTS DIBINĀŠANAS 100. GADSKĀRTAI

2018. gada 5. aprīlī 14.00 LZA portretu zālē  
Rīgā, Akadēmijas laukumā 1, 3. stāvā

DARBA KĀRTĪBA

1. LZA prezidenta Ojāra Spāriņa uzruna
2. Viesu uzrunas
3. “Neatkarīgo Baltijas valstu izveidošanās politiskās un vēsturiskās cēloniskākas” LZA korespondētājlocekļa Ērika Jēkabsona akadēmiskā lekcija
4. Akadēmijas balvu pasniegšana
5. LZA ģenerālsekretāra Andreja Siliņa pārskats par LZA darbību 2017. gadā
6. LZA Uzraudzības padomes priekšsēdētāja Jura Krūmiņa ziņojums

LZA Prezidijs

## LATVIJAS REPUBLIKAI – 100

1918. gada 18. novembrī Rīgas pilsētas 2. teātrī tika proklamēta Latvijas Republika. Ar šo soli Latvija pievienojās kaimiņvalstīm Lietuvai un Igaunijai, kuras par valsts izveidi paziņoja jau 1918. gada februārī, un vēl citām jaunajām valstīm, kas, tāpat kā Baltijas valstis, pēc I Pasaules kara izveidojās uz sabrūkošo impēriju drupām.

1918. – 1920. gadā Latvijas sabiedrība atradās krustcelēs, tā pieredzēja trīs valsts pārvaldes modeļus – Latvijas Pagaidu valdība ar Kārli Ulmani priekšgalā, Latvijas Pagaidu valdība Andrieva Niedras vadībā un Latvijas Padomju (Sociālistiskās) Republikas Komisāru padome ar priekšsēdētāju Pēteri Stučku. Vēsturnieku pētījumi liecina, ka latviešu tautas izvēli noteica valdību piedāvājums zemes īpašuma jautājumā. Un zeme nepievēla.

Tiesības uz neatkarīgu valsti gan vēl bija jāizcīnā Neatkarības karā savā zemē un valsts viru diplomātiskajās uzvarās starptautiskajā arēnā. Jaundibinātā demokrātiskā valsts savā pastāvēšanas vēsturē vairākkārt piedzīvojuši politisko iekārtu maiņas, padomju un nacistisko okupācijas režīmu un dramatisks izmaiņas iedzīvotāju etniskajā un skaitliskajā sastāvā.

20. gs. 90. gados, atjaunojot Latvijas valstisko neatkarību, īpaši tika uzsvērtas pēctecības ideja – mēs dzīvojam 1918. gada 18. novembrī dibinātajā valstī! Šī gada augustā apritēs 27 gadi kopš esam neatkarīgas valsts pilsoņi, kopš baudām domu, izvēles un rīcības brīvību. Mums dots tik daudz! Tas jāspēj izmantot kopīgi veicinot valsts attīstību, veidojot zinātnes atziņas balstītu tautsaimniecību un spriest spējīgu sabiedrību.

Lai zied, zeļ un plaukst Latvijas Republika mūžu mūžos!

## LZA SENĀTA LĒMUMS

LZA Senāts 2018. gada 13. martā nolēma:

Piešķirt LZA Lielo medaļu akadēmiķiem **Vijai Zaigai Klušai** un **Kalvim Torgānam**.

LZA Lielā medaļa LZA īstenajai loceklei *Dr.habil.med.* Vijai Zaigai Klušai piešķirta par radošiem sasniegumiem farmakoloģijas zinātnē, augstākās izglītības jomā un nopelniem Latvijas Zinātņu akadēmijas labā.

LZA īstenais loceklis *Dr.habil.iur.* Kalvis Torgāns LZA Lielo medaļu saņem par modernas civiltiesību skolas iedibināšanu tiesību zinātnē Latvijā un nozīmīgu ieguldījumu teorētisko atziņu ieviešanā praksē.

LZA Senāta priekšsēdētājs **J. Stradiņš**  
LZA Senāta zinātniskā sekretāre **A. Edžiņa**

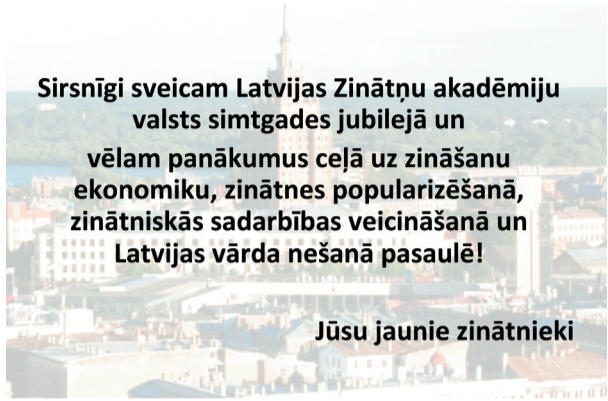


Foto A.Edžiņa

kumi VPP norises gaitā, tai skaitā Latvijas Zinātņu akadēmijas, EKOSOC-LV un Latvijas Pašvaldību savienības kopā ar reģionālajām augstskolām un citām institūcijām novados organizētie reģionālie forumi. Informācijas nodaļā parādīts VPP nozīmīgākais zinātniskais un akadēmiskais devums sociālo zinātņu, pie kurām pieder arī ekonomika, attīstība: intelektuālais īpašums, drukātie un elektroniskie izdevumi, promocijas un maģistra darbi, zinātniskās publikācijas svarīgākajās indeksētajās datu bāzēs, daļa starptautiskajās konferencēs.

Turpinājums – 4.lpp.

# Latvijas Jauno zinātnieku apvienība



**Sirsniņi sveicam Latvijas Zinātņu akadēmiju valsts simtgades jubilejā un vēlam panākumus ceļā uz zināšanu ekonomiku, zinātnes popularizēšanā, zinātniskās sadarbības veicināšanā un Latvijas vārda nešanā pasaulē!**

**Jūsu jaunie zinātnieki**

**Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsta projekts (Vieņošanās par projekta realizāciju Nr. 1.1.1.2/16/I/001) ir nozīmīgs Eiropas Reģionālā attīstības fonda finanšu instruments, kas vērsts uz jauno zinātnieku (pēcdoktorantu) pētniecības kapacitātes un karjeras attīstību.**

Finansējumu pasākumam "Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsts" piešķirs ierobežotas projektu iesniegumu atlases veidā, Valsts izglītības attīstības aģentūrai (VIAA) iesniedzot vienu projektu par visu plānoto finansējumu. VIAA reizi gadā, kamēr finansējums ir pieejams, nodrošinās pētniecības pieteikumu atlases organizēšanu, vērtēšanu un atbalstīto pieteikumu īstenošanu, kā arī sniedz visu nepieciešamo metodisko un konsultatīvo atbalstu pēcdoktorantu pētniecības pieteikumu iesniegšanai.

Pēcdoktorantūras pētniecības atbalstu piešķir, lai attīstītu jauno zinātnieku prasmes un palielinātu zinātnisko kapacitāti, nodrošinot jauno zinātnieku karjeras uzsākšanas iespējas zinātniskajās institūcijās un pie komersantiem, kā arī, lai veicinātu pētniecības kompetenču pilnveidošanu, cilvēkresursu atjaunošanu un kvalificētu speciālistu skaita pieaugumu.

Pēcdoktorants ir Latvijas vai ārvalstu jaunais zinātnieks, kurš doktora grādu ieguvis ne agrāk kā 5 gadus pirms pētniecības pieteikuma iesniegšanas termiņa, būs nodarbināts pilna laika pētniecībā maksimums 3 gadus.

**Pēcdoktorantu pētniecības pieteikumus var iesniegt:**

- Zinātnisko institūciju reģistrā reģistrētas zinātniskās institūcijas vai augstskola;
  - LR Uzņēmumu reģistrā reģistrēts sīkais (mikro), mazais, vidējais vai lielais komersants, kas darbojas jebkurā zinātņu jomā, kas pieteikuma īstenošanai pilna laika pētniecībā nodarbinās pēcdoktorantu – Latvijas vai ārvalstu jauno zinātnieku, kurš doktora grādu ieguvis ne agrāk kā 5 gadus pirms pētniecības pieteikuma iesniegšanas termiņa.
- Atbalsts paredzēts pētījumiem Viedās specializācijas stratēģijas mērķu sasniegšanā, izaugsmes prioritāšu īstenošanā vai specializācijas jomu attīstībā.

**Viena pētniecības pieteikuma maksimālais apmērs ir 133 806 eiro, paredzot atbalstu:**

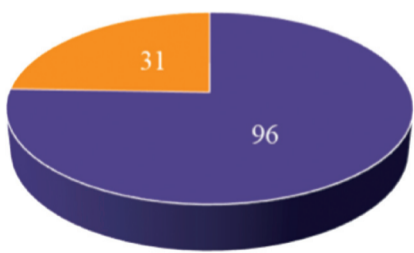
- fundamentālajiem vai rūpnieciskajiem pētījumiem;
- pēcdoktoranta kompetenču pilnveidei;
- starptautiskajai mobilitātei;
- tehnoloģiju pārnesēi un tehnoloģiju tiesību aizsardzībai.

Pētniecības pieteikuma izmaksas pamatā ietver pēcdoktoranta algu līdz 2 731 eiro mēnesī (ieskaitot nodokļus), pētniecības, mācību un tīklošanās pasākumu izmaksas 800 eiro mēnesī un izmaksas administratīvajiem un infrastruktūras resursiem 185,83 eiro mēnesī.

Pašlaik pirmajā pieteikumu atlases kārtā noslēgti 127 līgumi par pētniecības pieteikumu īstenošanu nepilnu 17 miljonu eiro apmērā.

Noslēgto pētniecības pieteikumu līgumu īstenošana sekmes 127 jaunu pētnieku amatu vietu izveidi, 496 zinātnisko rakstu izstrādi un 92 jaunu produktu un tehnoloģiju attīstību.

96 no īstenošanā esošiem pētniecības pieteikumiem ir rūpnieciskie pētījumi, bet 31 – fundamentālais pētījums, ko īsteno 24 zinātniskās institūcijas un 1 komersants.

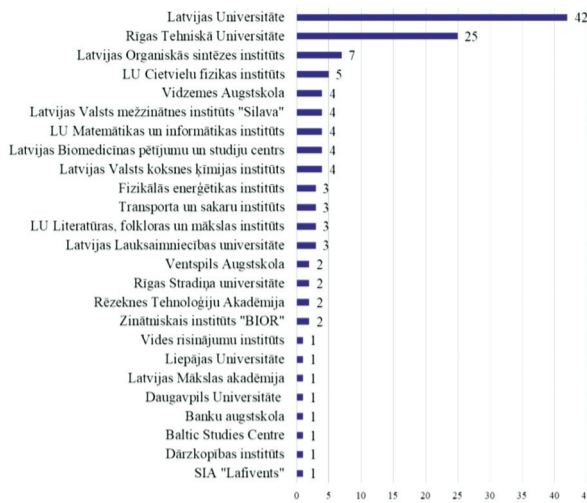


■ rūpnieciskie pētījumi ■ fundamentālie pētījumi

Pētniecības pieteikumu sadalījums pēc pētījuma veida

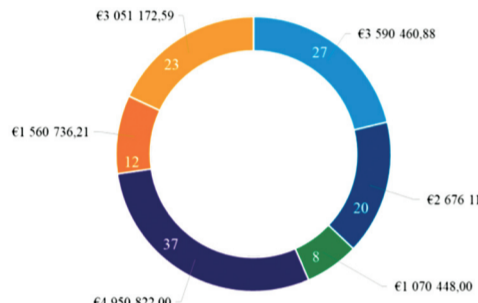
Visvairāk apstiprināto projektu īsteno Latvijas Universitātē (42) un Rīgas Tehniskā universitātē (25).

# PĒCDOKTORANTŪRAS PĒTNIECĪBAS ATBALSTS – JAUNU ZINĀTNIĒKU KOMPETENČU PILNVEIDEI



Pētniecības pieteikumu skaits institūcijās

Tā kā pēcdoktorantūras atbalsta projekta mērķi un rezultāti ir cieši saistīti ar Viedās specializācijas stratēģijas mērķu sasniegšanu, pētījumi tiek īstenoti šādās viedās specializācijas jomās:

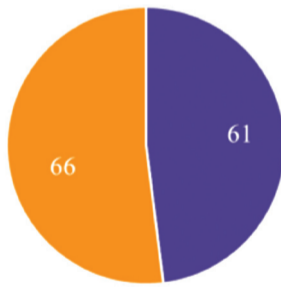


- Biomedicīna, medicīnas tehnoloģijas, biofarmācija un biotehnoloģijas
- Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas
- Viedā enerģētika
- Viedie materiāli, tehnoloģijas un inženiersistēmas
- Zināšanu ietilpīga bioekonomika
- Pārējie pētniecības pieteikumi, kas atbilst izaugsmes prioritātem, tai skaitā sociālās un humanitārās jomas

Noslēgto līgumu sadalījums pa RIS3 pētniecības jomām

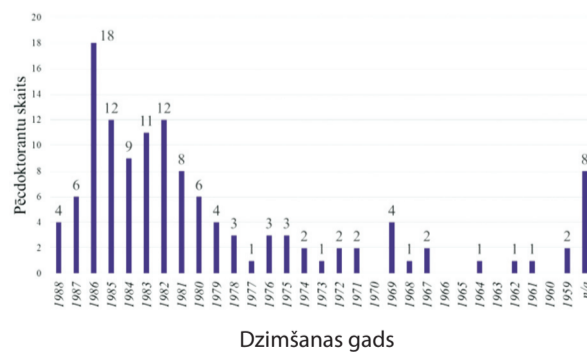
Visvairāk pētījumu tiek īstenoti viedo materiālu, tehnoloģiju un inženiersistēmu jomā (37 projekti ar kopējo līgumu summu 4 950 822 eiro apmērā), biomedicīnas, medicīnas tehnoloģiju, biofarmācijas un biotehnoloģiju jomā (27 projekti, 5 590 461 eiro apmērā), kā arī sociālo un humanitāro zinātņu jomā (23 projekti, 3 051 173 eiro apmērā).

Pirmās atlases kārtas ietvaros iesaistīti 127 pēcdoktoranti, no tiem 52,0% ir vīrieši un 48,0% sievietes.



■ Sievietes ■ Vīrieši  
Pēcdoktorantu dzimumu līdzsvars

Pirmās atlases kārtas ietvaros iesaistīti 127 pēcdoktoranti, no tiem 52,0% ir vīrieši un 48,0% sievietes. Vidējais projektā iesaistītā pēcdoktoranta vecums ir 34 gadi, no tiem jaunākais ir 29, bet vecākais – 59 gadus vecs.



Dzimšanas gads

118 pēcdoktoranti zinātnisko grādu ieguvuši Latvijas universitātēs un augstskolās, pārējie 9 doktora grādu ieguvuši ārvalstīs – Igaunijā, Norvēģijā, Francijā, Serbijā, Brazīlijā, ASV un divi pēcdoktoranti doktora grādu ieguvuši Japānā.

2018. gada 5. februārī VIAA izsludināja 2. atlases kārtu pēcdoktorantūras pētniecības atbalsta saņemšanai.

Pētniecības pieteikumu 2. atlases kārtā lielāka uzmanība tiks pievērsta pēcdoktorantu ārvalstu mobilitātei, zinātnisko publikāciju kvalitātei un jaunu produktu vai tehnoloģiju izstrādei, kā arī lielāks uzsvars tiks likts uz sabiedrības iesaistes un informēšanas pasākumiem.

Pieejamais finansējums 2. atlases kārtā ir 15 228 440 eiro, tai skaitā plānotais kopējais attiecināmais finansējums ar saimniecisko darbību saistītiem pētījumiem 7 614 220 eiro un ar saimniecisko darbību nesaistītiem pētījumiem 7 614 220 eiro, no kuriem 1 522 844 eiro plānoti fundamentālo pētījumu īstenošanai.

**Pieteikumu iesniegšanas termiņš – 2018. gada 27. aprīlis.**

Informāciju sagatavoja Valsts izglītības attīstības aģentūra



VIAA organizēts Topošo zinātnieku forums "Ko nozīmē būt zinātniekam?"  
Foto VIAA arhīvs



VIAA organizēts Topošo zinātnieku forums "Ko nozīmē būt zinātniekam?"  
Foto VIAA arhīvs



VIAA organizēts Topošo zinātnieku forums "Ko nozīmē būt zinātniekam?"  
Foto VIAA arhīvs



VIAA organizēts Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsta programmas uzsākšanas pasākums  
Foto VIAA arhīvs

# INFORMĀCIJAS UN KOMUNIKĀCIJAS TEHNOLOĢIJĀS BALSTĪTA ATTĀLĀS IZPĒTES PIEEJA EZERU IZPĒTEI UN MĒRĪGĀM

Vides risinājumu institūts (VRI) ir privāts zinātniskais institūts – nodibinājums Priekuļu novada Priekuļu pagasta "Lidlaukā", kas savu darbību balsta daudznozaru pieejā. VRI komandā strādā zinātnieki un praktiķi no tādām nozarēm kā bioloģija, ķīmija, hidroloģija, vides zinātne, fizika, matemātika, datorzinātne, ainavu plānošana, mežsaimniecība u.c. Viena no VRI pamata vērtībām ir atvērtība un vēlme mācīties. Tāpēc VRI darbojas ne tikai Latvijā, bet arī ārvalstu speciālisti.

Vides risinājumu institūts šogad uzsācis sadarbību ar pētnieci pēcdoktoranti no Igaunijas Dr. Tūli Sometu (*Tuuli Soomets*) un Igaunijas Jūras institūtu nolūcīstot projektu FLUID.

Pēcdoktorantūras pētniecības pieteikuma mērķis ir attīstīt inovatīvu satelītu datus balstītu pakalpojumu, kas balstītu esošo standarta ezera monitoringa sistēmu, kā arī sniegtu vērtīgu informāciju ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai un ezera telpiskajai plānošanai.

Attālās izpētes un saldūdeņu izpētes ekspertu vadībā Igaunijas pētniece izstrādās metodi, ar kuras palīdzību būs iespējams papildināt Latvijas ūdeņu monitoringa programmu ar visaptverošu un zinātniski pamatotu informāciju, tādējādi palīdzot pieņemt gudrus lēmumus ezeru apsaimniekošanā. Pašlaik ūdeņu monitoringa programma lielākoties ir balstīta datus, kas ievākti ar laikietilpīgām un dārgām lauka paraugu ievākšanas metodēm. Attālā izpēte piedāvā papildināt tradicionālās metodes ar telpisko dimensiju un regulāri pieejamu satelītu informāciju. FLUID projekta rezultātā plānots izstrādāt uzlabotu attālajā izpētē balstītu ezeru izpētes pieeju, ko būtu iespējams pielietot saldūdeņu izpētei arī ārpus Latvijas, valstīs ar līdzīgām ūdeņu ekosistēmu īpašībām (piemēram, Igaunijā).

Lai gūtu visaptverošu priekšstatu par ezera ekosistēmu, projektā iesaistīti gan ezeru pētnieki, gan attālās izpētes eksperti un speciālisti. Izpētei un uzlabotās pieejas izstrādei tika izvēlēti četri parauga ezeri – Burtņieks, Lubāns, Rāznas ezers Latvijā un

Vertsjerves ezers (*Võrtsjärv*) Igaunijā. Kā Latvijas, tā Igaunijas paraugu ievākšanas kampaņās tiks iekļauta ūdens paraugu ievākšana un mērījumu veikšana. Lauka paraugu analīze tiks kombinēta un salīdzināta ar vienlaicīgi ievāktu aviācijas un satelītu (Sentinel-2 un Sentinel-3 satelītu) datu analīzes rezultātiem. Izstrādātajos attālās izpētes produktos tiks iekļauta informācija par hlorofila koncentrāciju ūdenī, kopējām suspendētajām vielām, organiskajām un neorganiskajām vielām, ūdens caurspīdīgumu, fitoplanktona ziedēšanas intensitāti un ūdens veģetāciju.

Latvija nav vienīgā valsts, kurai trūkst sistemātiskas, regulāras un augstas precizitātes monitoringa metodes, šī problēma izplatīta visā pasaulē. Nepilnības, kas saistītas ar nespēju iegūt augstas precizitātes un kvalitātes datus, ierobežo iespējas saskatīt vides pārmaiņu cēloņu un seku sakarības kā saldūdeņu, tā citās ekosistēmās. Projekta laikā izstrādātā pieeja piedāvā iespēju attīstīt pārrobežu monitoringa pakalpojumus, nacionālās un starptautiskās stratēģiskās politikas, kā arī mērķtiecīgas apsaimniekošanas stratēģijas, lai uzlabotu un saglabātu ūdeņu kvalitāti. Tajā būs iekļauta plaša mēroga un reālā laikā pieejama informācija, tādējādi palīdzot operatīvi rīkoties ārkārtas situācijās un noskaidrot apsaimniekošanas lēmumu pozitīvās vai negatīvās sekas. Vēl bez iepriekš minētā projekta rezultāts veicinās Latvijas un Igaunijas pētnieku un speciālistu zināšanu un prasmju attīstību visaptverošu lauka un attālās izpētes datu ievākšanā, apstrādē, kombinēšanā un analizē.

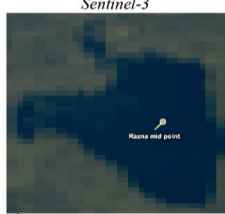
FLUID projektu (Informācijas un komunikācijas tehnoloģijās balstītas attālās izpētes pieeja ezeru izpētei un monitoringam) Nr. 1.1.1.2/VIAA/1/16/137 finansē Eiropas Reģionālās attīstības fonds, kā arī līdzfinansē Latvijas valsts un Vides risinājumu institūts.

Informāciju sagatavoja Vides risinājumu institūts

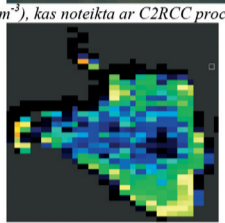
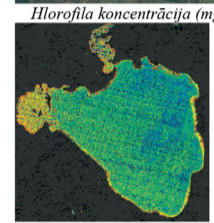
Rāznas ezers 2017. gada 21. oktobrī



Satelīta attēli tajā pašā dienā



Hlorofila koncentrācija ( $\text{mg m}^{-3}$ ), kas noteikta ar C2RCC procesoru



Satelītu Sentinel-2 (pa kreisi) and Sentinel-3 (right) attēli uz Rāznas ezera 2017. gada 21. oktobrī un atbilstošās hlorofila koncentrācijas.

Attēli Vides risinājumu institūts

PĒTNIECĪBAS PIETEIKUMS NR. 1.1.1.2/VIAA/1/16/094,

## “TRANSPONĒJAMO ELEMENTU VARIĀCIJU IZPĒTE PARASTĀS PRIEDĒS (*PINUS SYLVESTRIS* L.) GĒNU RAJONOS”

Latvijas Valsts Mežzinātnes institūta “Silava” Genētisko resursu centra radošajā grupā ir uzsākts pētījums par transponējamo elementu variāciju izpēti parastās priedes ģēnu rajonos. Mobilie jeb transponējamie elementi (TE) ir nozīmīgi augu genoma regulatīvie aģenti, kas spēj pārvietoties vai pavairoties genomā, daudziem augiem tie aizņem ievērojamu genoma daļu, taču ierastajos apstākļos pārsvarā tie ir neaktīvi. Krasi mainoties vides apstākļiem vai pārdzīvojot patogēno mikroorganismu vai kukaiņu uzbrukumu, augos tiek novērota transponējamo elementu aktivizēšanās, kas var radīt izmaiņas genomā vai ietekmēt atbildes procesus. Šīs izmaiņas var rasties dažādos genoma rajonos, bet, ja TE pārvietojas ģēnu tuvumā, tas var vairākos veidos ietekmēt ģēnu darbību. Līdz ar to augam ir iespēja nevēlamos apstākļos ātri mainīties, radīt jaunu paudzi ar daudz vairākām ģēnu un regulatīvo sekvenču kombinācijām, bet savukārt dabīgās izlases rezultātā populācijā paliek tikai adaptīvas vai neitrālas izmaiņas.

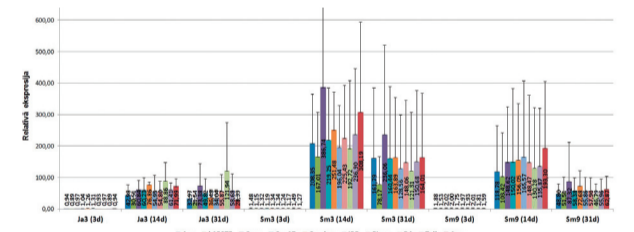
Daži augi evolūcijas procesā ir sakrājuši daudz TE sekvenču genomā, lielākā daļa no kurām patreiz veic funkcijas. Pētnieku domas dalās – vai TE ir eikariotu genoma sastāvdaļa, vai arī tās ir invazīvas egoistiskas sekvenču grupas, kas dažos gadījumos netīšām kļūvušas noderīgas saimniekorganismam. Uzskatu, ka TE pasaule ir pārāk daudzveidīga, lai mēģinātu piešķirt konkrētu funkciju vai tās neesamību visai šo sekvenču grupai, bet ir jāizskata katra TE ģimene laikā un telpā, vai pat katra insercija atsevišķi, līdzīgi kā pētnieki to dara ģēnu gadījumā. Nefunkcionālo TE sekvenču esamība genomā nenoliedz šo sekvenču nozīmi. Pieņemsim, ka nelabvēlīgu apstākļu ietekmē notiek kādas TE kopijas aktivizēšanās. Tā ievieto savu kopiju 1000 dažādās genoma vietās, kur šīm kopijām nav nekādas ietekmes, tomēr paralēli viena kopija ir radījusi funkcionāli svarīgu izmaiņu, kas dotajam organismam sniedz priekšrocību. Tādā veidā turpmākām paudzēm tiks nodota šī svarīgā izmaiņa kopā ar citām kopijām, kas ir neitrālas un netraucē augam. Ar laiku, iespējams, zūd nepieciešamība pēc šīs izmaiņas, vai ir radušās citas, un šī sekvenču netraucēti degradējas, uzkrājot mutācijas. Izvēloties, ka līdzīgi procesi notiek ilgstoši, rodas un degradējas TE sekvenču, pārklājoties ar daudziem citiem genoma pārstrukturēšanas procesiem (rekombinācijas, horizontālā pārnese, genoma duplikācijas, poliploidizācija un starpsuguhibridizācija), varētu izskaidrot kāpēc augu genoms pēc struktūras var būt tik sarežģīts. Kailsēkļi ir interesanti ar to, ka tiem šie procesi ir novēroti ļoti reti salīdzinājumā ar segsēkļiem un genoma lielums ir nosacīts ar TE proliferāciju. Novērtējot daudzu pētījumu rezultātus, evolūcionāra loma varētu būt kopīga lielākajai šo sekvenču daļai, kā tas arī pašlaik tiek uzskatīts. Labāk izpētījamiem augiem ir aprakstīti gadījumi, ka TE pārvietojoties ir izjaucis ģēna sekvenču, vai arī ar savām regulatīvajām sekvenču vai produktiem ir veicinājis šī ģēna aktivitātes izmaiņas, vai palīdzējis veidot atšķirīgus proteīnus no tā paša ģēna. Atsevišķas TE ģimenes pat spēj sasaistīt dažādus ģēnus vienotās atbildes tīklā, tādējādi paātrinot un optimizējot šūnas atbildi nevēlamajiem apstākļiem. Efektīvāk ir sintezēt dažus transkripcijas faktorus, kas var ieslēgt vai izslēgt trauksmes gadījumā veselības ģēnu kopas; turklāt ir iespējams, sastopoties ar jaunu patogēnu, pievienot šim ģēnu kopām jaunus ģēnus, kopēt un pārstrukturēt ģēnus, kas sugai palīdzētu pielāgoties jauniem apstākļiem. TE izraisītās strukturālās izmaiņas, kas nosaka auga rezistenci vai cilvēkam noderīgās pazīmes, jau tiek izmantotas labāk izpētīto kultūraugu selekcijā.

Gadījumā, ja populārākām augu sugām ir pieejamas vairāku indivīdu genoma sekvenču, tad priedes ģinti pašlaik pilnīgi sekvenētas tikai divas sugas (*Pinus taeda*, *Pinus lambertiana*), abas no tām nav raksturīgas Ziemeļeiropai. Līdzīgi kā citi priedes ģinti pārstāvji, Latvijai raksturīgās parastās priedes genoms satur ļoti daudz dažādu TE ģimeņu, bet, pētot šo elementu variāciju ģēnu rajonos, ir iespējams atrast funkcionāli un saimnieciski nozīmīgus pārkrātojumus. Tas arī ir projekta galvenais mērķis. TE pētījumi tika uzsākti mana promocijas darba “Retrotranspozonu struktūra parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) genomā un to ekspresija” izstrādes laikā. Tajā tika apkopoti sākotnējie dati par šo sekvenču aktivitāti priedes veģetatīvi pavairotos klonos abioģēno un biogēno stresa faktoru ietekmē. Pētot atrastās sekvenču priedes dabīgajā populācijā, kas aug atšķirīgos biotopos, atklājās, ka kokiem, kas ilgstoši aug ūdens deficīta apstākļos, ir paaugstināta TE frekvence. Šie rezultāti tika pārbaudīti un apstiprināti arī ar precīzāku reālā laika Polymerāzes ķēdes Reakcijas metodi, bet atrastā tendence sakrīt arī ar citu augu genomu līdzīgiem pētījumiem. Vēlāk, pārslēdzos uz konkrēto TE analīzi, nosakot to kopiju skaitu un variāciju kailsēkļu genomas, jo šī informācija nebija iepriekš zināma. Tas ir svarīgi turpmākiem pētījumiem, kā arī praktiskiem nolūkiem, jo to var izmantot mazāk izpētīto kailsēkļu populāciju daudzveidības pētījums. Šī projekta pirmās posms ir veiktis references genomu bioinformātikai analīzei ar mērķi identificēt ģēnus, kas satur TE un to potenciāli funkcionālos struktūrelementus. Izmantojot projektā paredzētās mobilitātes un tiklošanās iespējas, esmu bijusi Zviedrijas Lauksaimniecības zinātņu universitātes Augu bioloģijas laboratorijā, kur viena no grupām nodarbojas ar egles genoma analīzi. Esot viespētniece, apguvu bioinformātikās analizēšanas metodes, kas man sniedza pilnīgi jaunu pieredzi un zināšanas. Esmu radusi pie darba laboratorijā, bet atklāju, ka laboratorija var atrasties arī datorā. Tajā ir iekārtas (programmas), receptes (komandrindas) un paraugi (dati), kas atrodas dažādos stobriņos (noteiktos formātos un kopās). Tāpat kā laboratorijā ir jāsaprot, kā ar esošajiem rīkiem atrisināt sev interesējošo jautājumu. Galvenais, – nesajaukt komponentus. Šādā laboratorijā analizēju vairākus priežu references genomus: *Pinus taeda* v.1.01, v2.01, *Pinus lambertiana* v.1.01 un *Pinus sylvestris* nepabeigto genomu, kurš nav publiski pieejams. Kailsēkļu genomu raksturo milzīgs izmērs. Tādēļ, lai veiktu šo genomu analīzi, ir nepieciešami augstas veiktspējas skaitļošanas klāsteri, kas arī bija pieejami Zviedrijā. Turklāt šie klāsteri saturēja virkni instalētu un darba kartībā esošu programmu. Mobilitātes laikā ieguvu informāciju par ģēniem, kas satur TE intronus vai ģēnu flankējošās sekvenču priedes references genomus Atgriezoties Latvijā, joprojām turpinu iegūto datu analīzi, patstāvīgi meklējot risinājumus un pārbaudot datus dažādos kontekstos. Izmantojot zināmu priedes ģēnu funkcionālu raksturojumu, atradu iespēju konstruēt saistīto ģēnu tīklu. Tādā veidā var nojaust, vai ģēni, kas satur vienādas TE, ir saistīti arī funkcionāli. Priedm ģēnu funkcionālā analīze pamatojas uz homologiju ar labāk izpētītiem augu ģēniem, tāpēc vairāk nekā puse no priežu ģēniem nav anotēta un to funkcija nav zināma. Iespējams, ka tieši šie, sugai specifiskie ģēni ir iesaistīti pielāgošanās procesos. Tomēr arī ar šo informāciju ir izdevies atrast: 1) ģēnu kopas, kas piedalās signālu pārnēsē, signālmolekulu piesaistē un sintēzē, 2) ģēnus, kas producē rezistencē nozīmīgas vielas vai regulē šūnas augšanu. Statistiska datu analīze palīdz noprast, kuru ģēnu grupu pārstāvēniecība ir

būtiskāka, salīdzinot ar visu priedes genoma anotēto ģēnu grupu sadalījumu. Protams, visus atrastos tīklus nevarēšu pārbaudīt, bet pašus interesantākos ģēnus atlasīšu un veikšu to izpēti, pārbaudot: 1) vai *in silico* atrastie pārkrātojumi references genomos ir atrodami arī mūsu priedes genomā, 2) kā šie pārkrātojumi variē populācijā, 3) vai ģēni ar vienādiem pārkrātojumiem darbojas atbildot no līdzīgiem apstākļiem utt.

Nenoliedzami, bez savu kolēģu atbalsta, es nebūtu uzdrošinājies uzsākt pētījumus tik sarežģītā un mūsu laboratorijai jaunā jomā. Tāpēc esmu pateicīga *Dr.chem*. Ilzei Veinbergai un *Dr.biol*. Dainim Ruņģim par iespēju darboties un attīstīties profesionāli. Šajā jomā ir tik daudz neatrisinātu jautājumu, un pastāv arī perspektīva atrast jaunu, interesantu, kā arī noderīgu informāciju.

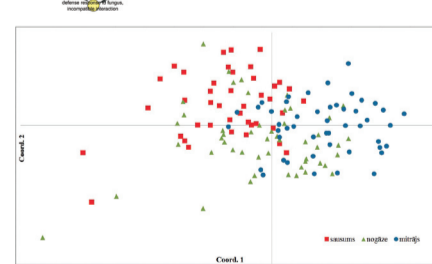
*Dr.biol. Angelika Voronova*,  
Latvijas Valsts Mežzinātnes institūta “Silava” pētniece



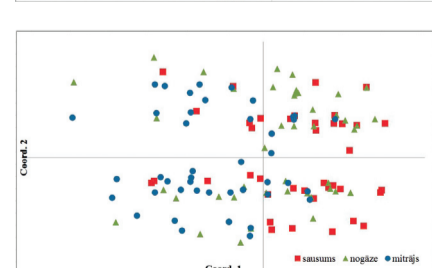
1. attēls. a) in vitro inokulēšana ar *H.annosum*, patogēnu izraisīto sakņu trūpi. b) Parastās priedes sēņi kontrolē un 21 dienas pēc inokulēšanas.



2. attēls. Viens no identificēto ģēnu saistības tīkliem, kas tika veidots pamatojoties uz TE Pt184 esamību šo ģēnu rajonā un bioloģiskajos procesos iesaistīto ģēnu klasifikāciju.



3. attēls. Molekulāro marķieru dati priedes populācijai augoši dažādos biotopos. a) Uz TE balstītu datu analīze; b) Mikrosatelītu marķieru datu analīze tiem pašiem augiem.



4. attēls. TE ģimeņu ekspresija skujās salīdzinot priedes klonus (JA3, Sm3 un Sm9) pēc inokulēšanas ar *Lophodermium sedditiosum*, izraisīto skujbīri.

