

LATVIJAS VIEDĀS SPECIALIZĀCIJAS STRATĒĢIJAS (RIS3)
SPECIALIZĀCIJAS JOMAS

Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas

PĒTNIECĪBAS EKOSISTĒMAS ANALĪTISKAIS PĀRSKATS
(2014.–2018.)

LATVIJAS VIEDĀS SPECIALIZĀCIJAS STRATĒGIJAS (RIS3)
SPECIALIZĀCIJAS JOMAS

Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas

PĒTNIECĪBAS EKOSISTĒMAS ANALĪTISKAIS PĀRSKATS
(2014.–2018.)

Pārskats izstrādāts ERAF projekta “Integrētie nacionālā līmeņa pasākumi Latvijas pētniecības un attīstības interešu pārstāvības stiprināšanai Eiropas pētniecības telpā”, Nr. 1.1.1.5/17/1/002 ietvaros.



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

Saīsinājumi

All – augstākās izglītības iestādes
BMC – Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centrs
CORDIS – *Community Research and Development Information Service*
CSP – Centrālā statistikas pārvalde
DU – Daugavpils Universitāte
EDI – Elektronikas un datorzinātņu institūts
ES – Eiropas Savienība
EUROSTAT – *European Statistical Office*
HPC – augstas veiktspējas skaitļošana (*High Performance Computing*)
IKT – informācijas un komunikācijas tehnoloģijas
MI – mākslīgais intelekts
LiepU – Liepājas Universitāte
LJA – Latvijas Jūras akadēmija
LLU – Latvijas Lauksaimniecības universitāte
LU – Latvijas Universitāte
LU CFI – Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts
LU LFMI – Latvijas Universitātes Literatūras, folkloras un mākslas institūts
LU MII – Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūts
LVKĶI – Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts
NACE – *Code in the Statistical Classification of Economic Activities in the European Community*
NZDIS – Nacionālās zinātniskās darbības informācijas sistēma
OECD – *The Organisation for Economic Co-operation and Development*
P&A – pētniecība un attīstība
P&I – pētniecība un inovācijas
RIS3 – Viedās specializācijas stratēģija
RTA – Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
RTU – Rīgas Tehniskā universitāte
STEM – *Science, Technology, Engineering and Mathematics*
TRL – *technological readiness level* – tehnoloģijas gatavības līmenis
TSI – Transporta un sakaru institūts
VeA – Ventspils Augstskola
ViA – Vidzemes Augstskola
WoS – *Web of Science*
ZI – zinātniskās institūcijas
ZTAIP – zinātnes, tehnoloģiju attīstības un inovāciju pamatnostādnes

Saturs

Kopsavilkums	6
Ievads	7
1. RIS3 specializācijas jomas “Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas” attīstības starptautiskais un nacionālais konteksts	9
2. Informācijas un komunikācijas tehnoloģiju jomas tvērums, vērtību ķēdes posmi, pētniecības un attīstības iespējas	11
2.1. IKT jomas tvērums tautsaimniecībā	11
2.2. IKT vērtību ķēdes posmi	12
2.3. IKT jomas pētniecības un attīstības iespējas	13
3. IKT jomas pētniecības un inovāciju kompetences	15
3.1. IKT jomas specializācijas nišas un piesaistītais finansējums	15
3.2. IKT jomas pētniecības un inovāciju tēmas zinātniskajās institūcijās	20
3.3. “Apvārsnis 2020” ietvarprogrammas finansējuma reģionālais kartējums	21
4. Pētniecības un attīstības kapacitāte IKT jomā	22
4.1. Pētniecības cilvēkkapitāls un tā atjaunotne	22
4.2. Studiju programmas un absolventi IKT jomā	27
5. Pētniecības izcilība	37
5.1. Zinātniskās publikācijas IKT jomā	37
5.2. Pētniecības izcilība IKT jomā	40
6. Pētniecības sadarbība	45
6.1. Starptautiskā sadarbība	45
6.2. Sadarbība ar nozari	47
6.3. Sekmes “Apvārsnis 2020” ietvarprogrammā	47
7. Izaicinājumi IKT jomā	49
8. Zinātniskās institūcijas IKT jomā	50
9. Pielikums	52
9.1. RIS3 IKT joma pēc NACE kodiem	52
9.2. Tehnoloģiju gatavības līmeņi	52

Kopsavilkums

Pētniecības un inovācijas RIS3 specializācijas jomā "Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas" mērķis ir sekmēt augstākas pievienotās vērtības produktu un pakalpojumu radīšanu Latvijas konkurētspējas paaugstināšanai globālā mērogā, sekmēt augsto un vidēji augsto tehnoloģiju nozaru produkcijas un pakalpojumu pieaugumu Latvijas eksportā, kā arī sekmēt Latvijas digitālo transformāciju.

2014.–2018. gada periodā RIS3 specializācijas jomā "Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas" pētniecībā un inovācijā ir īstenoti projekti 32,9 milj. EUR apjomā jeb 17 % no kopējā RIS3 jomās piesaistītā pētniecības un inovācijas finansējuma apjoma. Jomas, kurās veikti pētniecības projekti un inovācijas, ir datorlingvistika, mašīntulkošana, algoritmi, kvantu algoritmi un skaitļošana, mašīnmācīšanās, izglītības tehnoloģijas un kultūras digitalizācija, biznesa procesu vadības sistēmas, elektronika – ekrāni, pusvadītāji un mikroshēmas, viedais autotransports, 3D printeri, audio un precīzās iekārtas, viedie sensori un lietu internets, robotika, robotu datorredze, lieli dati, viedās pilsētas un bioinformātika, datu uzglabāšana, pārraidīšana un sistēmas, to skaitā mākoņdatošanas platformas, kosmosa tehnoloģijas un tālizpēte, sabiedrības drošība un kibernetdrošība.

RIS3 specializācijas jomā "informācijas un komunikācijas tehnoloģijas" pētniecībā ar jomu saistītajās tēmās darbojas 22 % no kopējā Latvijas zinātniskā personāla. Pētniecības vidē joprojām ir aktuāla zinātniskā personāla novecošanās un lēna pētniecības cilvēkkapitāla atjaunotne – aptuveni 20 % pētnieku ir vecāki par

65 gadiem, no kuriem aptuveni 85 % ir vadošo pētnieku amatā, kas ir augstāks rādītājs salīdzinājumā ar citām Latvijas RIS3 viedās specializācijas jomām. Pašreizējais doktora grādu ieguvēju skaits ir nepietiekams IKT jomas cilvēkkapitāla atjaunotnei. Katru gadu ar IKT jomu saistītās programmās studijas uzsāk 11 % no visiem studentiem, taču pabeidz tikai 8 % no visiem, jomu raksturo augsts studentu atbirums jau pirmajos studiju gados visos studiju programmu līmeņos, sākot no pamatstudijām un beidzot ar doktorantūru.

2014.–2018. gada periodā RIS3 IKT jomas *WoS* tēmās ir publicētas 1474 publikācijas, vidēji veidojot 14 % no kopējā Latvijas publikāciju skaita. Latvijas Universitāte un Rīgas Tehniskā universitāte ir bijušas vadošās zinātniskās institūcijas IKT pētniecības jomā Latvijā, Baltijā atpaliekot no Tartu Universitātes un Tallinas Tehnoloģiju universitātes. Pētniecībā koppelikāciju izteiksmē ir labi attīstīta sadarbība ar tuvējām kaimiņvalstīm – Igauniju, Krieviju, Ukrainu, Vāciju, kā arī arvien vairāk attīstās ar citām Eiropas Savienības valstīm un ASV, taču zinātnes sadarbība ar IKT nozari ir vāji attīstīta.

Turpmāmajā RIS3 īstenošanas procesā attiecībā uz specializācijas jomu "Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas" būtiski veidot atbalsta, sadarbības un koordinācijas sistēmu, kas sekmē tādu IKT pētniecības jomu attīstību, kuras atbilst globālajām tendencēm, Eiropas Savienības digitālās stratēģijas mērķiem un kurās Latvijā ir jau izveidojusies pētniecības un inovāciju kapacitāte.

Ievads

Latvijas Viedās specializācijas stratēģija (*Research and Innovation strategy for smart specialization – RIS3*) ir nacionāla mēroga pētniecības un inovācijas stratēģija tautsaimniecības transformācijai, kura paredz pastāvīgu konkurētspējas priekšrocību atrašanu, stratēģisku prioritāšu izvēli un tādu politikas instrumentu veidošanu, kas maksimāli atraisa valsts uz zināšanām balstīto sociālekonomiskās attīstības potenciālu. Viedās specializācijas stratēģija ir vērsta uz augstākas pievienotās vērtības produktu un pakalpojumu radīšanu Latvijas konkurētspējas paaugstināšanai globālā mērogā un viens no tās mērķiem ir sekmēt augsto un vidēji augsto tehnoloģiju nozaru produkcijas un pakalpojumu pieaugumu Latvijas eksportā. Ņemot vērā perspektīvās tautsaimniecības transformācijas virzienus un ekonomiskās attīstības prioritātes, Latvijā ir definētas 5 viedās specializācijas jomas, kā arī Sociālās un humanitārās zinātnes, kā joma ar horizontālu ietekmi RIS3 mērķu sasniegšanai.

Viena no viedās specializācijas jomām ir “Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas” (turpmāk – IKT joma), un tai ir būtiska loma tautsaimniecības transformācijas veicināšanā, lai sekmētu augsto un vidēji augsto tehnoloģiju pieaugumu Latvijas preču un pakalpojumu eksportā. Jomas pētniecības ekosistēmas analītiskais pārskats sniedz ieskatu par tām jomas nišām, kurās jau ir izveidojusies P&I kapacitāte, kā arī par tām, kurās šī kapacitāte nākotnē potenciāli varētu izveidoties, par P&I telpā pieejamo cilvēkkapitālu,

tā vecumstruktūru un ataudzi, kā arī zinātnisko ekselenci.

Kopš 2014. gada Latvija ir pievienojusies ES RIS3 platformai¹, lai attīstītu kompetenci RIS3 īstenošanā un veidotu pētniecības un inovāciju sadarbību ar citiem ES reģioniem. 2015. gadā ir izveidots pirmais “Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas” ekosistēmas analītisks apraksts.² RIS3 ieviešanas progresa un ieguldītā finansējuma efektivitātes izvērtēšanai kopš 2016. gada ir ieviesta RIS3 monitoringa sistēma. RIS3 monitoringa mērķis ir izvērtēt ekonomiskās transformācijas progresu konkrētā laika periodā atbilstoši definētajiem sasniedzamo mērķu un rezultātu rādītājiem.

Pārskats par RIS3 specializācijas jomas “Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas” pētniecības ekosistēmu veidots ar mērķi sniegt padziļinātu ieskatu par pētniecības kapacitātes un kompetenču attīstības dinamiku laika periodā no 2014. – 2018. gadam, kā arī salīdzinājumā ar starptautisko vidi. Pārskata sagatavošanai izmantoti RIS3 monitoringa ietvaros veiktie datu analīzes rezultāti un secinājumi, kā arī izmantoti aktuālie dati par pētniecības projektiem un pētniecības rezultātiem – publikācijām, kā arī studējošajiem un zinātnisko personālu. Pārskata sagatavošanai izmantotie datu avoti:

- Nacionālā zinātniskās darbības informācijas sistēma NZDIS;
- Zinātnisko publikāciju datubāze *Web of Science* un analītikas tīkls *InCites*;
- Centrālās statistikas pārvaldes dati;
- Eiropas Savienības Statistikas biroja “EUROSTAT” dati;

¹ <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/>

² https://izm.gov.lv/images/zinatne/RIS3_IKTEHNOLOIJAS.pdf

- Kohēzijas politikas fondu vadības informācijas sistēmas 2014.–2020. gadam KPVIS;
- Latvijas Zinātnes padomes dati par Fundamentāli lietišķo pētījumu programmu un Valsts pētījumu programmām;
- Eiropas Komisijas *CORDIS* datubāze par “Apvārsnis 2020” projektiem.

1

RIS3 specializācijas jomas “Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas” attīstības starptautiskais un nacionālais konteksts

Eiropas Komisijas Digitālā programma ir viena no septiņām “Eiropa 2020” stratēģijas prioritātēm, un tās mērķis ir vienota digitālā tirgus³ izveidošana, lai veicinātu viedu, ilgtspējīgu un sabiedrību iekļaujošu izaugsmi Eiropā. Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas ir svarīgs izaugsmes virzītājspēks gan kā nozare, gan arī kā citu nozaru izaugsmes un digitālās transformācijas veicinātājs, kā arī veicinātājs publiskā sektora modernizācijai.

Tomēr, lai īstenotu digitālās izaugsmes stratēģijas, nepietiek tikai ar ieguldījumiem IKT. Investīcijām ir jāiet roku rokā ar kapacitātes veidošanu, prasmju attīstīšanu, esošo procesu vienkāršošanu, atbilstošas infrastruktūras nodrošināšanu, atbalstu jauniem uzņēmumiem un pašreizējo rūpniecības nozaru digitalizāciju.⁴

Daudzos Eiropas Savienības reģionos un dalībvalstīs viedās specializācijas jomas ir tieši vai netieši saistītas ar IKT. Tas ir plašs tēmu loks: no datu apstrādes un pārvaldības, kibernetikas, vizualizācijām, sensoriem, datu aizsardzības un privātuma, mākoņdatošanas, atvērtajiem datiem, e-pārvaldības, ģeogrāfiskajām informācijas sistēmām līdz pat nākotnes interneta lietojumiem, industrijas 4.0, nākotnes ražotnēm, robotikas un 3D drukas pētījumiem.⁵

Saskaņā ar Latvijas Zinātnes, tehnoloģiju attīstības un inovācijas pamatnostādņem 2014.–2020. gadam RIS3 paredz pastāvīgu konkurētspējas priekšrocību atrašanu, stratēģisku prioritāšu izvēli

un tādu politikas instrumentu izvēli, kas maksimāli atraisa valsts uz zināšanām balstīto attīstības potenciālu un tādējādi nodrošina tautsaimniecības izaugsmi. Ievērojot RIS3 mērķus, RIS3 publisko investīciju programmas ir vērstas uz Latvijas tautsaimniecības inovācijas kapacitātes stiprināšanu un uz inovācijas šķēršļu mazināšanu.

RIS3 stratēģija paredz P&I resursus novirzīt tajās zināšanu jomās, kurās pastāv P&I kapacitāte, vai arī jomās ar visaugstāko potenciālu. RIS3 stratēģija ir nacionālā ekonomiskā attīstības plāna savstarpēji koordinētas daļas nacionālos plānošanas dokumentos “Zinātnes, tehnoloģiju attīstības un inovāciju pamatnostādnes 2014.–2020. gadam” un “Nacionālās industriālās politikas pamatnostādnes 2014.–2020. gadam” un nodrošina, ka tiek sasniegts vienots mērķis, proti, tautsaimniecības transformācija uz produktu un pakalpojumu radīšanu ar augstāku pievienoto vērtību un lielāku konkurētspēju globālajā tirgū.

Viedās specializācijas joma ietver visus industrijas, zinātnes un izglītības pārstāvjus, kuri rada viedās specializācijas jomā ietilpstošās zināšanas, kuriem šīs zināšanas ir izšķirīgas to pelnītspējai, kā arī tos, kuri nodrošina izglītību, balstoties uz šīm zināšanām. Viedās specializācijas jomas ekosistēma ir jomas spēlētāji un to savstarpējās attiecības un transakcijas starp tiem.

Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas ir viedās specializācijas joma

³ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-single-market-strategy-europe-com2015-192-final>

⁴ <https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-growth>

⁵ <https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-agenda-and-ict>

ar tiešu horizontālu ieguldījumu uz pārējo viedās specializācijas jomu attīstību, un tās loma Latvijas tautsaimniecībā ir ar strauji pieaugošu pievienoto vērtību. IKT joma ir ar horizontālu attīstības ietekmi uz citām Latvijas viedās specializācijas jomām – bioekonomiku, biomedicīnu, viedo enerģētiku un arī sociālajām un humanitārajām zinātnēm. Savukārt pētījumu rezultāti RIS3 jomā Viedie materiāli un tehnoloģijas var dod stimulu pētniecības un inovāciju attīstībai IKT jomā vai jaunu iekārtu radīšanai.

Pētniecības un inovācijas attīstīšana ES prioritārajās tēmās un mērogā notiek "Apvārsnis 2020" programmas atbilstošos tematiskajos virzienos, kas tiks turpināta arī 2021.–2027. gada periodā "Apvārsnis Eiropa" programmas ietvaros. Lai sekmētu Latvijas P&I integrāciju Eiropas Pētniecības telpā un lielāku pievienoto vērtību no starptautiskās sadarbības pētniecībā un inovācijā, jo īpaši programmas "Apvārsnis Eiropa" ietvaros, Latvijas P&I attīstīšanas instrumenti veidojami tematiskā sinerģijā ar "Apvārsnis Eiropa" prioritātēm un principiem.

2

Informācijas un komunikācijas tehnoloģiju jomas tvērums, vērtību ķēdes posmi, pētniecības un attīstības iespējas

2.1. IKT jomas tvērums tautsaimniecībā

Viedās specializācijas stratēģijā IKT jomai ir horizontāla ietekme uz gandrīz visiem tautsaimniecības sektoriem un viedās specializācijas jomām, taču pašas IKT nozares jeb sektora attīstībai un gatavībai radīt risinājumus citām nozarēm ir izšķiroša loma visas Latvijas tautsaimniecības attīstībā. IKT nozares pievienotās vērtības īpatsvars Latvijas iekšzemes kopproduktā 2018. gadā bija 4,3 % (faktiskajās cenās, % no kopējās pievienotās vērtības), un kopš 2013. gada IKT nozares pieņēmus Latvijas IKP ir pieaudzis par 13 %.

Eksporta rādītāji IKT nozarei 2014.–2018. gada periodā ir bijuši labi. IKT preču eksports tieši sniedz pieņēsumu augsto un vidēji augsto tehnoloģiju nozaru produkcijas pieaugumam Latvijas eksportā. IKT eksportēto preču apjoma pieaugums 2018. gadā kopš 2013. gada beigām bija 40 %, kur lielākā eksporta preču grupa ir telekomunikāciju aprīkojums, kurš 2018. gadā veidoja 62 % no visa IKT preču eksporta. IKT pakalpojumu eksportam ir veicies vēl labāk – kopš 2013. gada beigām datorpakalpojumu un informācijas pakalpojumu eksports 2018. gadā ir pieaudzis par 164 %.⁶

Latvijas IKT nozarē 2018. gadā kopā darbojas 6894 uzņēmumi, no kuriem 111 darbojas IKT ražošanas sektorā un 6239 nodarbojas ar IKT pakalpojumu sniegšanu, un lielākā daļa no tiem (4067) nodarbojas ar programmēšanas pakalpojumu sniegšanu. Kopumā kopš 2013. gada beigām IKT nozares uzņēmumu skaits

ir pieaudzis par 36 %, IKT ražošanas uzņēmumu skaits audzis par 12 %, IKT pakalpojumu sniedzēju uzņēmumu skaits par 40 %, t. sk. programmēšanas pakalpojumu uzņēmumu skaits par 52 %.

Līdzīgas tendences atspoguļojas arī nozares nodarbinātībā. 2018. gadā nozarē strādāja 36 956 darbinieki, no kuriem 1631 darbinieks bija nodarbināts IKT ražošanas sektorā un 32 529 IKT pakalpojumu sektorā, no kuriem savukārt 17 312 jeb vairāk nekā puse bija nodarbināti uzņēmumos, kas sniedza programmēšanas pakalpojumus. Darbinieku skaits IKT nozarē kopš 2013. gada beigām ir pieaudzis par 59 % salīdzinājumā ar 2018. gada beigām, IKT ražošanas sektorā darbinieku skaits ir pieaudzis par 51 %, IKT pakalpojumu sniegšanā par 64 %, to skaitā programmēšanas pakalpojumu uzņēmumos nodarbināto skaits ir pieaudzis par 78 %.

Arī kopējā produktivitāte IKT nozarē ir augusi par 63 % 2018. gadā salīdzinājumā ar 2013. gada beigām, IKT ražošanas sektorā par 119 % un IKT pakalpojumu sektorā par 66 %, t. sk. programmēšanas pakalpojumu sniedzēju vidū par 110 %. Savukārt, salīdzinot produktivitāti uz vienu darbinieku, izaugsmes rādītāji ir šādi – kopējais IKT nozares produktivitātes pieaugums uz vienu darbinieku 2013.–2018. ir 3 %, IKT ražošanā 46 %, IKT pakalpojumu sniegšanā 1 %, t. sk. programmēšanas pakalpojumu sniegšanā produktivitāte uz vienu darbinieku augusi par 18 %.

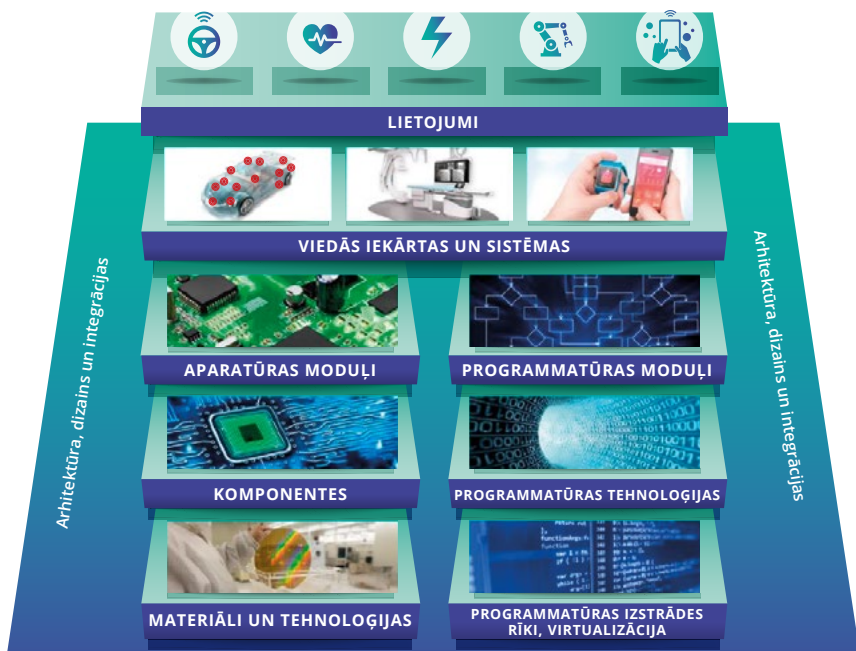
⁶ Latvijas Bankas statistikas dati, maksājuma bilances postenis C 11350.

2.2. IKT vērtību ķēdes posmi

IKT jomas vērtību ķēdi var iedalīt 3 lielos posmos – iekārtas, programmatūra un dati. Iekārtas ir viss, sākot no komponentēm, pusvadītājiem, mikroshēmām un beidzot ar sensoriem, robotiem, droniem un viedajiem automobiļiem. Savukārt programmatūra var būt integrēta jau konkrētās iekārtās vai izmantojama atsevišķi, tā var būt integrācijas platforma vai mašīnmācīšanās algoritms. Un visbeidzot dati kā komponente nodrošina informācijas nodošanu IKT sistēmu lietotājam – cilvēkam vai iekārtai. Un, palielinoties iekārtu

un programmatūras jaudai, ir iespēja apstrādāt arvien lielākus datu apjomus, kas paver arvien lielākas pētniecības un inovāciju iespējas tādās jomās kā lieli dati, datu uzglabāšanas un apstrādes sistēmas, tālzipēte un datu drošība.

Katrā no posmiem var izvērst detalizētu vērtības ķēdi un analizēt to specifisku lietojumu griezumā. Kopuzņēmums *ESCEL – Electronic components and systems for European Leadership* – pētniecības stratēģiskajā plānā 2020. gadam⁷ piedāvā šādu elektronikas nozares vērtību ķēdi (**skatīt 2.2.1. attēlu**).

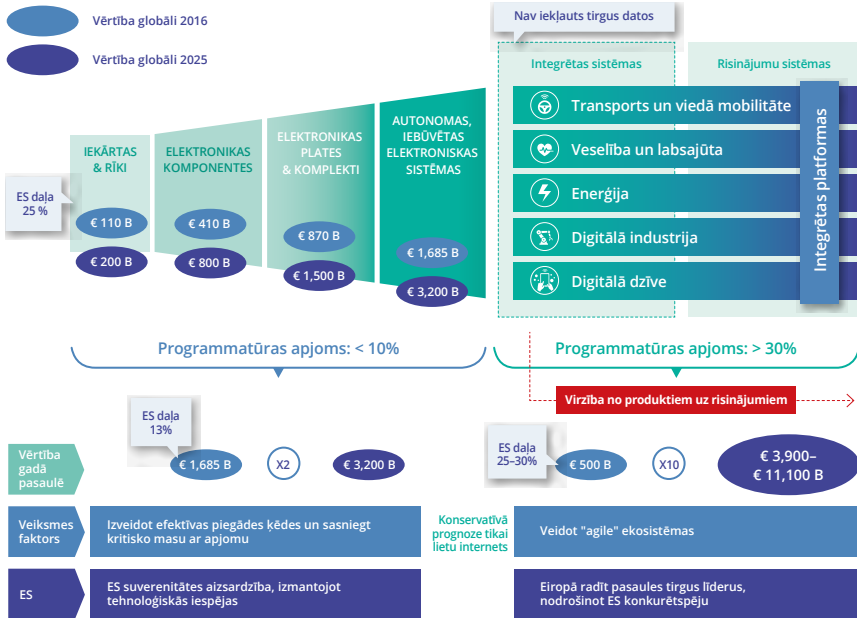


2.2.1. attēls. Elektronikas vērtību ķēde. Avots: ESCEL

⁷ <https://www.ecsel.eu/publications>

Lai izvērtētu Latvijas iespējas iekļauties globālajā vērtību ķēdēs, kā arī novērtētu katra posma potenciālu, var izmantot ūdenskrituma metodi un prognozēt,

kādu daļu no globālā un Eiropas tirgus Latvijas IKT nozare varētu nākotnē ieņemt (skatīt 2.2.2. attēlu).



2.2.2. attēls. Globālā un Eiropas elektronikas nozares vērtību ķēde 2016-2025. Avots: ESCEL⁸

2.3. IKT jomas pētniecības un attīstības iespējas

Pirmā industriālā revolūcija notika laikā, kad tika radīts tvaika dzinējs un sākās ražošanas mehanizācija, otrās industriālās revolūcijas laikā notika vairāki nozīmīgi atklājumi transportā, telekomunikācijās, ražošanā, tika uzsākta elektrības izmantošana un radās masu ražošana. Trešā industriālā revolūcija ieviesa interneta un citas digitālo tehnoloģiju inovācijas. Šobrīd sabiedrība

virzās caur ceturto industriālo revolūciju, kas ir laiks, kad zinātnes un tehnoloģiskie sasniegumi maina industrijas, saplūšina ģeogrāfiskās robežas un izaicina esošos regulējumus. Par ceturtais industriālās revolūcijas dzinējspēkiem tiek minētas tādas jaunās tehnoloģijas kā mākslīgais intelekts, robotika, droni, precīzijas medicīna, nanotehnoloģijas, kvantu

skaitļošana, biotehnoloģija, lietu internets un blokķēdes.⁹

Mākslīgā intelekta tehnoloģijas ir viena no Latvijas tehnoloģiju attīstības prioritātēm, kura aprakstīta VARAM izstrādātā un MK 2020. gada 4. februārī apstiprinātā informatīvajā ziņojumā "Par mākslīgā intelekta risinājumu attīstību", kur uzsvērts, ka Latvija ar saviem resursiem var būt līdere specifiskos MI risinājumos un MI lietošanas prasmes jāapgūst ne tikai IKT speciālistiem, bet arī plašākam lietotāju un vadītāju lokam. 2014.–2018. gada periodā IKT pētniecības un inovāciju projektos kopumā apmēram 5 milj. apjomā tika attīstītas dažādas MI metodes – tādas kā mašīnmācīšanās, neironu tīkli, datorredze, balss atpazīšana. Ņemot vērā globālās tendences un jau izveidojušos P&I kapacitāti, MI Latvijā šo jomu vajadzētu attīstīt vēl vairāk. Arī lietu internets, precīzijas medicīna ir tēmas, kur Latvijas P&I ekosistēmā ir jau izveidojusies kapacitāte un kuras potenciāli ir jomas, kur nākotnē būs

iespējams izveidot eksporta produktus un pakalpojumus.

Tēma, kurā šobrīd Latvijā nav pētniecības kapacitātes, bet kura ir minēta kā viens no ceturrtās industriālās revolūcijas dzinējspēkiem, ir blokķēdes tehnoloģijas. Pēc pasaules Ekonomikas foruma pētījuma 64 % no blokķēdes tehnoloģiju iniciatīvām tiek finansētas no IT vai pētniecības budžetiem un primārais šo projektu mērķis ir pašas blokķēdes tehnoloģiju attīstīšana, nevis to ieviešana organizācijās.¹⁰ Šobrīd komercsektorā blokķēdes tehnoloģiju projekti nav devuši plānoto atdevi, Pasaules ekonomikas foruma aptaujas respondenti atdevi vērtē līdz 10 %, tādējādi var secināt, ka blokķēdes tehnoloģija ir potenciāla joma pētniecībai. Kā arī blokķēdes tehnoloģiju attīstībai ir nepieciešama ekosistēma un jārod to izmantošanai energoefektīvi risinājumi. Blokķēdes tehnoloģiju attīstība var būt kā izrāviens vai pat jauna pieeja globālajai digitālajai transformācijai.

⁹ <https://www.weforum.org/centre-for-the-fourth-industrial-revolution/>

¹⁰ http://www3.weforum.org/docs/WEF_Building_Value_with_Blockchain.pdf

3

IKT jomas pētniecības un inovāciju kompetences

3.1. IKT jomas specializācijas nišas un piesaistītais finansējums

IKT jomas tehnoloģiju niša ietver P&I projektus, kas ir vērsti uz jaunu un modernu zināšanu, metožu, paņēmienu un tehniskā aprīkojuma kopuma radīšanu, lai ar iekārtu, datoru un sakaru līdzekļu starpniecību nodrošinātu jebkuras informācijas iegūšanu, glabāšanu un izplatīšanu. Tie ir jauni un moderni instrumenti, kurus lieto visu nozaru speciālisti.

Lai novērtētu IKT pētniecības un inovāciju kompetences, tika veikts Latvijā attīstīto pētniecības un inovāciju tēmu kartējums finanšu instrumentu griezumā 2014.–2018. gada periodā. Šajā periodā RIS3 IKT specializācijas jomā ir attīstīta pētniecības un inovācijas kompetence un kapacitāte šādās jomas pētījumu nišās:

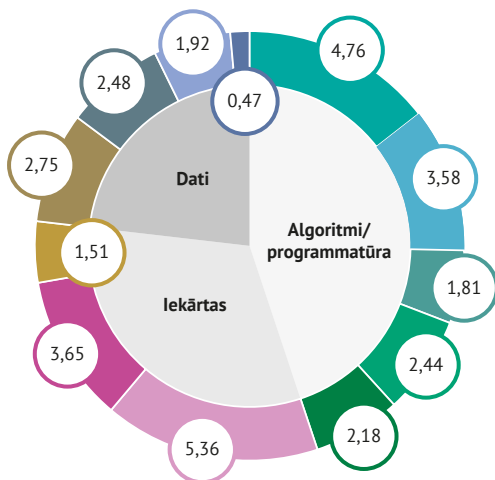
- **datorlingvistika**, tostarp pētījumi mašīntulkošanā,
- **algoritmi**, tostarp pētījumi par kvantu algoritmiem un skaitļošana,
- **mašīnmācīšanās**,
- **izglītības tehnoloģijas un kultūras digitalizācija**,
- **biznesa procesu vadības sistēmas**,
- **elektronika**, tostarp pētījumi par ekrāniem, pusvadītājiem un mikroshēmām, video autotransportu, 3D printeriem, audio un precīzajām iekārtām,
- **viedie sensori un lietu internets**,
- **robotika**, tostarp robotu datorredzes pētījumi,
- **lielie dati**, tostarp viedās pilsētas un bioinformātikas pētījumi,

- **datu uzglabāšana, pārraidīšana un sistēmas**, tostarp mākoņdatošanas platformas,
- **kosmosa tehnoloģijas un tālzipēte**,
- **sabiedrības drošība un kiberdrošība**.

Šajās pētījumu nišās kopumā piesaistīts un ieguldīts finansējums 32,9 milj. EUR, jeb 17 % no kopējā apjoma visās RIS3 specializācijas jomās piesaistītā pētniecības un inovācijas finansējuma apjoma. Vislielākais finansējums ir piesaistīts pētījumu tematiskajās nišās: “Elektronika” – 5,36 milj. EUR jeb 16 %, “Datorlingvistika” – 4,76 milj. EUR jeb 14 % un “Viedie sensori un lietu internets” – 3,65 milj. EUR jeb 11 % no visa IKT jomas P&I finansējuma (**skatīt 3.1.1. attēlu**).

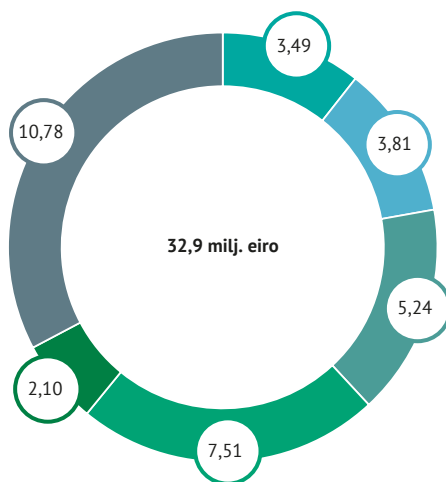
Kopumā no visa IKT jomas piesaistītā P&I finansējuma 33 % jeb 10,78 milj. EUR ir Ekonomikas ministrijas finanšu instrumenta “1.2.1.1. Atbalsts jauno produktu un tehnoloģiju izstrādei kompetences centru ietvaros” finansējums, otrs lielākais finansējuma avots 2014.–2018. gada periodā ir bijusi “Apvārsnis 2020” ietvarprogramma, kur piesaistīti 23 % jeb 7,51 milj. EUR no visa IKT jomas finansējuma. Trešais lielākais finansējuma avots ir bijusi Izglītības un zinātnes ministrijas finanšu instrumenta “1.1.1.1. – Praktiskās ievirzes pētījumi” finansējums – 16 % jeb 5,24 milj. EUR (**skatīt 3.1.2. attēlu**).

- Datorlingvistika
- Algoritmi
- Mašīnmācīšanās
- Izglītības tehnoloģijas un digitalizācija
- Biznesa procesu vadības sistēmas
- Elektronika
- Viedie sensori un lietu internets
- Robotika
- Lielie dati
- Datu uzglabāšana, pārraidīšana un sistēmas
- Kosmosa tehnoloģijas un tālizpēte
- Sabiedrības drošība un kibernetdrošība



3.1.1.. attēls. Finansējuma apjoma sadalījums RIS3 IKT jomas tematiskajās nišās 2014.–2018. gada periodā, milj. EUR

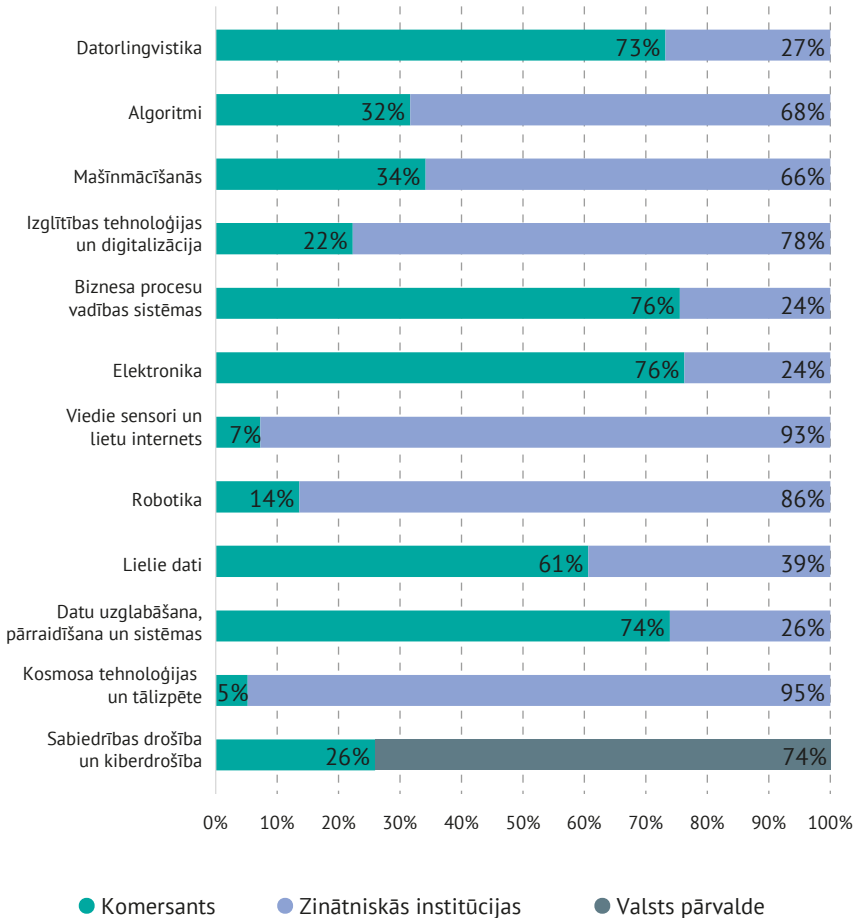
- FLPP – Fundamentālo un lietišķo pētījumu programma (VB)
- 1.1.1.2. – Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsts (ES)
- 1.1.1.1. – Praktiskās ievirzes pētījumi (ES)
- H2020 – “Apvārsnis 2020” ietvarprogramma (ES)
- 1.2.1.2. – Atbalsts tehnoloģiju pārneses sistēmas pilnveidošanai (ES)
- 1.2.1.1. – Atbalsts jaunu produktu un tehnoloģiju



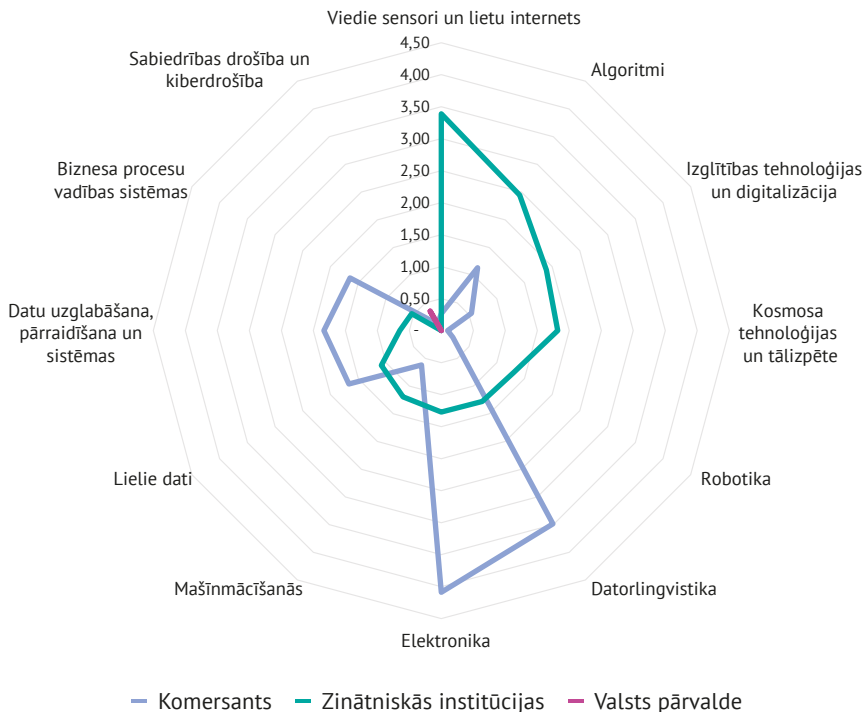
3.1.2. attēls. RIS3 IKT jomas finansējuma sadalījums pa programmām 2014.–2018. gada periodā, milj. EUR

P&I projektu īstenošanā vienlīdz aktīvi iesaistās gan augstākās izglītības iestādes, gan zinātniskās institūcijas, gan uzņēmumi, taču atsevišķu aktivitāšu līmenī ir novērojams viena sektora pārsvars P&I projektu izpildē (skatīt 3.1.3. attēlu, 3.1.4. attēlu).

IKT jomā Latvijā darbojas divi kompetences centri – IT kompetences centrs un Latvijas elektrisko un optisko iekārtu ražošanas nozares kompetences centrs, kuri apvieno gan komersantus, gan zinātniskās institūcijas.



3.1.3. attēls. ZI, komersantu un valsts pārvaldes īstenoto P&I projektu finansējuma procentuāls sadalījums RIS3 IKT jomas tematiskajās nišās 2014.–2018. gada periodā



3.1.4. attēls. ZI un komersantu īstenoto P&I projektu finansējuma apjoms milj. EUR RIS3 IKT jomas tematiskajās nišās 2014.–2018. gada periodā

Grupējot pētījumu tēmas pa blokiem, ņemot vērā finansējuma programmu, kurā attiecīgās tēmas projekts tiek īstenots, var iegūt priekšstatu, kādos tehnoloģijas gatavības līmeņos (TRL) tiek veikti pētījumi (skatīt 3.1.1. tabulu). Zinātniskajām institūcijām ir raksturīgi īstenot pētījumus zemākos tehnoloģiskās gatavības līmeņos TRL1–TRL6, savukārt komersanti strādā ar pētījumiem, kur tehnoloģiskās gatavības līmenis ir augstāks un tuvāks gatavam produktam vai pakalpojumam TRL4–TRL8 (ar detalizētu TRL līmeņu skaidrojumu var iepazīties pārskata pielikumā). Attīstot pētniecības kompetences visos

tehnoloģiskās gatavības līmeņos, ir iespējas ātrāk sasniegt augstāku inovāciju līmeni un potenciālu konkurences pārkumu kādā no jomām.

Visos tehnoloģijas gatavības līmeņos šobrīd tiek veikti pētījumi “Datorlingvistikā”, kur kopā tika īstenoti 13 projekti. Šajā jomā ir sasniegta augsta kompetence un risinājumu konkurētspēja Eiropas un globālā līmenī mazo valodu jomā. Šajā nišā notiek arī balss atpazīšanas risinājumu pētījumi, kas nākotnē dos iespēju arī pārējos tehnoloģiskos risinājumus izmantot valsts valodā un piedāvāt mazo valodu risinājumus citām valstīm.

3.1.1. tabula. RIS3 IKT jomas tematiskās nišas pa finansējuma programmām un kartējums pēc finansējuma īpatsvara no 2014. līdz 2018. gadam

Tematiskā niša	Kopējais projektu skaits tematiskajā nišā	TRL 1-2	TRL 1-2	TRL 2-3	TRL 3-6	TRL 3-5	TRL 4-6
		"Fundamentālo un lietišķo pētījumu programma (VB)"	"1.1.1.2. Pēcdoktorantūras granti (ES)"	"1.1.1.1. Praktiskas ievirzes pētījumi (ES)"	"Apvārsnis 2020"	"1.2.1.2. Pētniecības rezultātu komercializācija (ES)"	"1.2.1.1. Kompetenču centri (ES)"
Finansējuma īpatsvars (%) no tematiskās nišas kopējā finansējuma							
Datorlingvistika	13	10%	3%	28%	29%	0%	30%
Algoritmi	17	20%	22%	26%	0%	1%	32%
Mašīnmācīšanās	9	39%	15%	0%	1%	0%	46%
Izglītības tehnoloģijas un digitalizācija	7	8%	16%	75%	0%	0%	0%
Biznesa procesu vadības sistēmas	6	0%	0%	0%	24%	0%	76%
Elektronika	17	0%	0%	10%	20%	0%	70%
Viedie sensori un lietu internets	20	8%	29%	0%	43%	20%	0%
Robotika	9	20%	18%	0%	36%	22%	4%
Lielie dati	12	0%	15%	0%	61%	25%	0%
Datu uzglabāšana, pārraidīšana un sistēmas	8	0%	16%	0%	10%	0%	74%
Kosmosa tehnoloģijas un tālīzpēte	9	42%	3%	33%	5%	17%	0%
Sabiedrības drošība un kibersdrošība	6	0%	0%	0%	85%	0%	15%
Kopējais projektu skaits pa finanšu instrumentiem	133	14	29	9	33	16	32

- Izglītības un zinātnes ministrijas finanšu instrumenti
- Eiropas Savienības pētniecības un inovācijas programma
- Ekonomikas ministrijas finanšu instrumenti

Tematiskās nišas, kurās, piesaistot papildu finansējumu, visos *TRL* līmeņos būtu iespējami augstāki P&I rezultāti, ir “Viedie sensori un lietu internets”, “Robotika”, “Lielie dati”, “Mašīnmācīšanās”, “Datu uzglabāšana, pārraidīšana un sistēmas”, jo pētījumu rezultāti šajās tēmās var veidot sinerģijas. Šīs tēmas ir ar augstu horizontālu ietekmi daudzās nākotnes tehnoloģiju jomās, piemēram, transformācija uz industriju 4.0, viedās pilsētas, precīzijas medicīna u. c. Kā arī lielā daļā no šiem pētījumiem tiek izmantotas un attīstītas mākslīgā intelekta tehnoloģijas.

70 % no visas tematiskās jomas “Elektronika” un 76 % no tematiskās jomas

“Biznesa procesu vadības sistēmas” pētījumu ir finansēti no Ekonomikas ministrijas finanšu instrumenta “1.2.1.1. Atbalsts jauno produktu un tehnoloģiju izstrādei kompetences centru ietvaros”, kur dominē lietišķas ievirzes pētījumi un ļoti maz iesaistījušās ZI.

IZM un EM P&I instrumentos kopumā ir vērojama sabalansēta interese gan no publiskā, gan privātā sektora pētījumu īstenošanā, taču atsevišķu tematisku nišu ietvaros ir vērojams vai nu tikai publiskā, vai privātā sektora pārsvars pētījumu izpildē, kas rada riskus konkrētās tematiskās nišas ilgtspējai vai neizmantotajām iespējām turpmākajā rezultātu komercializācijā.

3.2. IKT jomas pētniecības un inovāciju tēmas zinātniskajās institūcijās

Atsevišķas pētniecības un inovāciju tēmas tiek attīstītas plašāk, piedaloties vairāk ZI, citas tiek attīstītas tikai atsevišķās ZI, savukārt tēma “Sabiedrības drošība

un kibernetikas drošība” tiek īstenota tikai valsts pārvaldes īstenojamajos pētījumos (**skatīt 3.2.1. tabulu**).

3.2.1. tabula. Latvijas zinātnisko institūciju attīstītās pētniecības tēmas IKT jomā, 2014–2018

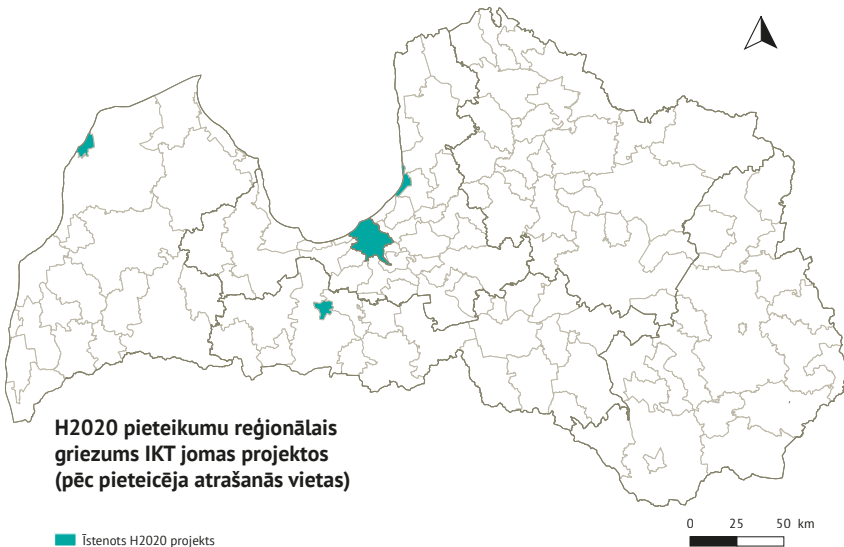
Datorlingvistika	LU MII
Algoritmi	LU, LU MII, TSI, VeA
Mašīnmācīšanās	LU, ViA, LU MII, EDI, RTU
Izglītības tehnoloģijas un digitalizācija	RTU, RTA, LU LFMI, LKA
Biznesa procesu vadības sistēmas	LLU
Elektronika	EDI, LU
Viedie sensori un lietu internets	EDI, RTU, LLU, LU, LU CFI, ViA, VeA
Robotika	RTU, EDI
Lielie dati	LU, TSI, RTU
Datu uzglabāšana, pārraidīšana un sistēmas	RTU, LU MII
Kosmosa tehnoloģijas un tālīzpēte	VeA, EDI, LU, RTU
Sabiedrības drošība un kibernetikas drošība	Valsts pārvalde: VALSTS ROBEŽSARDZE, VALSTS POLICIJA, DATU VALSTS INSPEKCIJA

3.3. “Apvārsnis 2020” ietvarprogrammas finansējuma reģionālais kartējums

IKT jomā darbojas spēcīgas un starptautiski atzītas zinātniskās institūcijas, ko parāda arī augstie rezultāti programmā “Apvārsnis 2020”. IKT apakšprogrammā iegūts vairāk nekā 7,51 milj. EUR liels finansējums no Eiropas Komisijas, kas ir 0,15 % no kopējā IKT apakšprogrammā piesaistītā finansējuma. “Apvārsnis 2020” programmā vislielākie panākumi ir privātā sektora uzņēmumiem,

savukārt no IKT jomas zinātniskajām institūcijām lieli panākumi ir tikai LU, EDI un LLU.

Izvērtējot Latvijas sekmību “Apvārsnis 2020” ietvarprogrammā reģionālā kontekstā, ir redzams (**skatīt 3.3.1. attēlu**), ka apgūtais finansējums koncentrējas Rīgā, taču arī reģionos Jelgavā, Ventspilī ir sekmīgi projekti.



3.3.1. attēls. Projektu finansējums pēc institūciju atrašanās vietas “Apvārsnis 2020” ietvarprogrammā IKT jomas apstiprinātajiem projektiem no 2014. līdz 2018. gadam

4

Pētniecības un attīstības kapacitāte IKT jomā

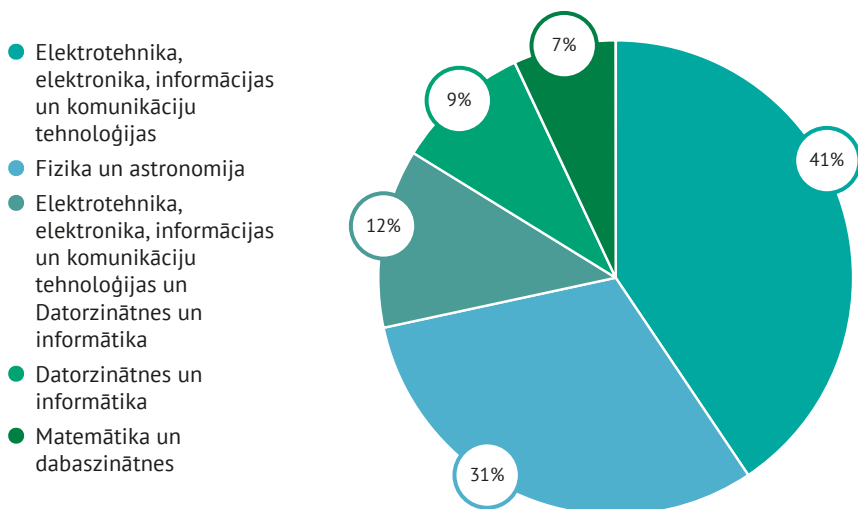
4.1. Pētniecības cilvēkkapitāls un tā atjaunotne

Latvijas “Nacionālās zinātniskās darbības informācijas sistēma” (turpmāk – NZDIS) datubāzē ar IKT jomu saistītajās zinātnes nozarēs un zinātniskajās institūcijās ir reģistrēti 944 vēlēti zinātnieki.

IKT jomas zinātnieki veido 22 % no visa augstākās izglītības sektorā vēlēta Latvijas zinātniskā personāla, kur vadošā pētnieka amatā ir ievēlēti 422 zinātnieki, kā pētnieki ir nodarbināti 315 un kā zinātniskie asistenti – 207.

Analizējot zinātniekus pēc to pārstāvētām zinātnes nozarēm (**skatīt 4.1.1. attēlu**), vislielākais skaits zinātnieku ir

elektrotehnikas, elektronikas, informācijas un komunikāciju tehnoloģiju zinātnes nozarē – 41 % jeb kopā 383 zinātnieki, kur 163 ir vadošie pētnieki un 129 ir pētnieki. 9 % jeb 87 zinātnieki no visa IKT jomas zinātniskā personāla ir datorzinātņu un informātikas zinātņu nozarē, no kuriem 31 ir vadošais pētnieks un 31 pētnieks. Savukārt 12 % jeb 115 no visiem IKT jomas zinātniskajiem darbiniekiem uzrāda divas zinātņu nozares: gan elektrotehniku, elektroniku un informācijas tehnoloģijas, gan datorzinātnes un informātiku.



4.1.1. attēls. Ar IKT jomu saistītā vēlēta zinātniskā personāla sadalījums 2019. gadā pa zinātņu nozarēm procentos no kopējā skaita. Avots: NZDIS, 2019

Liela daļa – 31 % jeb 293 no visiem IKT jomas zinātniekiem – ir fizikas un astronomijas zinātņu jomā. Vadošo pētnieku grupā fizikas un astronomijas zinātņu joma veido pat 35 % jeb 146 no visiem IKT jomas vadošajiem pētniekiem, un puse no viņiem 2019. gadā ir vecāki par 63 gadiem un vidējais vecums ir 60 gadi. Arī matemātikas un dabaszinātņu grupā ir redzama vadošo pētnieku novecošanās, jo šajā grupā puse no visiem pētniekiem ir vecāki par 66 gadiem un vidējais vecums ir 64 gadi.

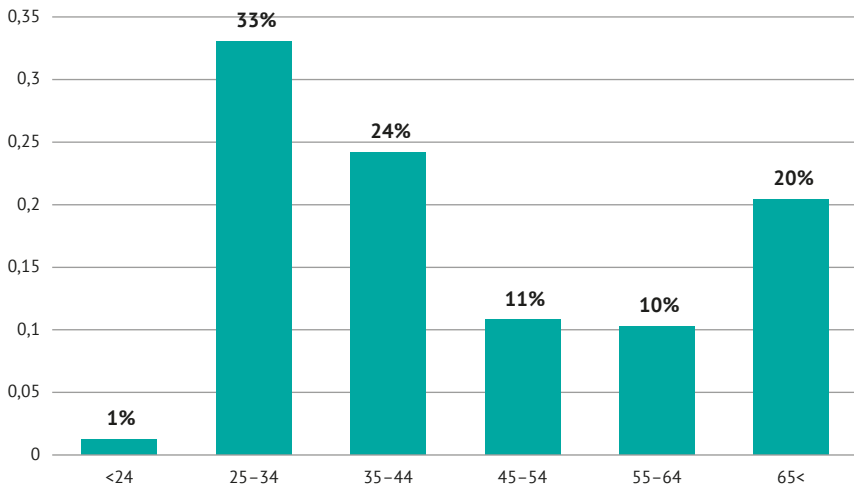
Datorzinātnēs un informātikā vadošo pētnieku vecumstruktūras rādītāji ir labāki, šajā jomā puse no vadošajiem pētniekiem ir vecāki par 47 gadiem un vidējais vecums ir 55 gadi. Nedaudz labāka situācija ir elektrotehnikā, elektronikā, informācijas un komunikācijas tehnoloģijās, kur puse no vadošajiem pētniekiem ir vecāki par 45 gadiem un vidējais vecums ir 52 gadi.

Savukārt zinātnieku grupā, kur kā zinātņu nozare ir norādīta gan datorzinātnes un informātika, gan elektrotehnika, elektronika, informācijas

un komunikācijas tehnoloģijas, vadošie pētnieki ir vecāki – puse 2019. gadā ir vecāki par 53 gadiem un vidējais vecums ir 55 gadi.

Kopumā var secināt, ka ar IKT jomu cieši saistītajās zinātņu nozarēs gados jaunāki vadošie pētnieki ir elektrotehnikā, elektronikā, informācijas un komunikācijas tehnoloģijās un datorzinātnēs un informātikā, kas liecina par to, ka ir notikusi zinātnieku ataudze šajās jomās. Savukārt fundamentālajās zinātnēs kā fizika un astronomija, matemātika un dabaszinātnes ir izteikta vadošo pētnieku novecošanās un nenotiek jauno pētnieku ataudze.

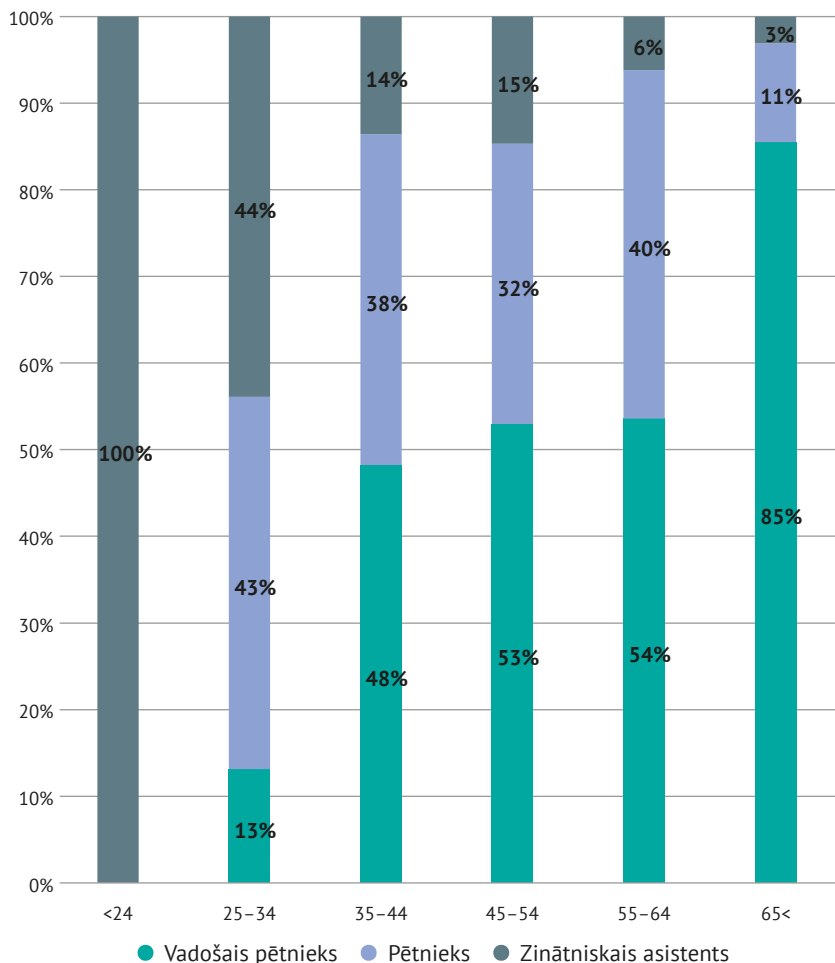
Sadalot visu ar IKT jomu saistīto vēlēto pētniecības personālu pa vecuma grupām (**skatīt 4.1.2. attēlu**), var secināt, ka visvairāk pētnieku – 57 % no visiem ievēlētajiem – ir vidējā vecuma grupā 25–44 gadi un ir vērojama lēna, bet pakāpeniska pētnieku ataudze. Puse no visiem pētniekiem, ieskaitot zinātniskos asistentus, ir vecāki par 40 gadiem, visvairāk ir zinātnieku 33 gadu vecumā, un vidējais vecums ir 46 gadi.



4.1.2. attēls. Ar IKT jomu saistītā vēlētā zinātniskā personāla sadalījums 2019. gadā pa vecuma grupām procentos no kopējā skaita. Avots: NZDIS, 2019

Tomēr joprojām salīdzinoši liels zinātniskā personāla īpatsvars – aptuveni 20 % – ir vecāki par 65 gadiem, no kuriem aptuveni 85 % ir vadošo pētnieku amatā (**skatīt 4.1.3. attēlu**). Savukārt tikai 1 % jeb 12 ir nodarbināti kā zinātniskie asistenti un ir jaunāki par 25 gadiem, kopumā tas ir maz, jo zinātniskais asistents var tikt ievēlēts ar jau maģistra

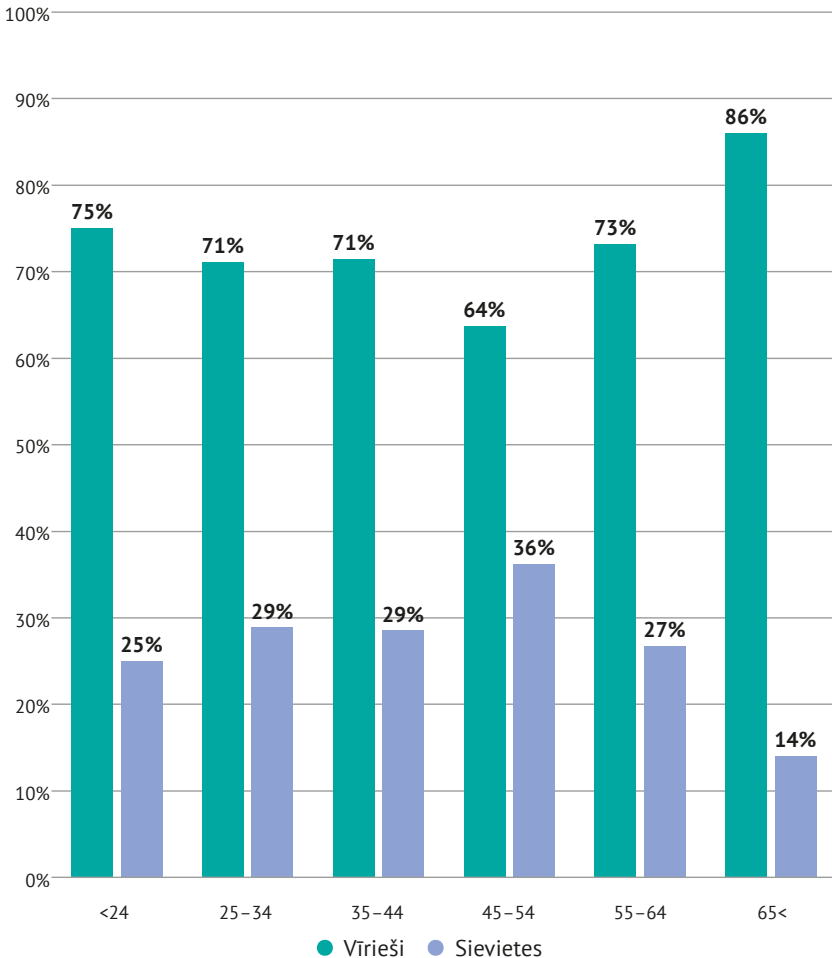
grādu. Kā arī salīdzinoši lielais vadošo pētnieku skaits – 45 % no visa vēlētā zinātniskā personāla – liecina par to, ka zinātniskās grupas ir ļoti mazas un ir ierobežota to kapacitāte vai arī vieni un tie paši pētnieki un zinātniskie asistenti vienlaikus darbojas vairākās pētniecības grupās, vai arī zinātnieki darbojas individuāli bez komandas.



4.1.3. attēls. Ar IKT jomu saistītā vēlētā zinātniskā personāla sadalījums 2019. gadā pa vecuma grupām un ieņemamā amata procentos no kopējā skaita vecuma grupā. Avots: NZDIS, 2019

Visās vecuma grupās pētnieku vīriešu ir vairāk nekā sieviešu, kopā 696 vīrieši un 248 sievietes. Attiecīgi no kopējā vēlēta zinātniskā personāla skaita sievietes ir 26 % un vīrieši 74 %. Vislielākais

sieviešu īpatsvars IKT jomas pētnieku vidū ir vecuma grupā no 45 līdz 54 gadiem – 36 %, savukārt visvairāk vīriešu ir vecuma grupā virs 65 gadiem – 86 % (skatīt 4.1.4. attēlu).



4.1.4. attēls. Ar IKT jomu saistītā vēlēta zinātniskā personāla sadalījums 2019. gadā pa vecuma grupām un dzimumiem procentos no kopējā skaita vecuma grupā. Avots: NZDIS, 2019

Analizējot IKT jomas vēlēto zinātnisko personālu pēc to nodarbinātības zinātniskajās institūcijās (**skatīt 4.1.1. tabulu**), var secināt, ka 79 % no visa IKT jomas vēlēta zinātniskā personāla ir nodarbināti LU un RTU,

kur LU zinātniskajos institūtos LU MII ir nodarbināti 87 un LU CFI – 119 zinātnieki. Lai iegūtu pilnīgu ainu par Latvijā ar IKT jomu saistīto zinātnieku cilvēkkapitālu, ir jāņem vērā arī uzņēmējdarbības sektorā nodarbinātie zinātnieki.

4.1.1. tabula. Ar IKT jomu saistīta vēlēta zinātniskā personāla skaits pa zinātniskajām institūcijām.
Avots: NZDIS, 2019

Zinātniskās institūcijas nosaukums	Vēlēta zinātniskā personāla skaits	% no kopējā ar IKT jomu saistīta zinātniskā personāla skaita
Latvijas Universitāte¹¹	405	43 %
Rīgas Tehniskā universitāte	343	36 %
Elektronikas un datorzinātņu institūts	37	4 %
Ventspils Augstskola	37	4 %
Transporta un sakaru institūts	29	3 %
Latvijas Lauksaimniecības universitāte	19	2 %
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija	10	1 %
Vidzemes Augstskola	9	1 %
Daugavpils Universitāte	8	1 %
Liepājas Universitāte	6	1 %
Citas zinātniskās institūcijas	41	4 %
Kopā	944	

2016. gadā Latvijā visā uzņēmējdarbības sektorā normālā darba laika zinātniskā personāla ekvivalents bija 896, no kuriem pētnieku pilna laika ekvivalents bija 582 ar pieaugošu tendenci gan 2017., gan 2018. gadā (Avots: CSP datu tabula ZIG020, 30.09.2019). Taču IKT jomā uzņēmējdarbības sektorā nodarbināto zinātnieku normālā darba laika ekvivalents bija 146, no kuriem pētnieku normālā darba laika ekvivalents bija 115 jeb apmēram 19 % no visiem uzņēmējdarbības sektorā nodarbinātiem pētniekiem.

Visvairāk pētnieku IKT jomā strādāja elektronisko komponentu un plašu ražošanā – 28, sakaru iekārtu ražošanā – 29

un datorprogrammēšanā, konsultēšanā – 48 (**skatīt 4.1.2. tabulu**). Līdz ar to 2016. gadā 25 % no visa Latvijas uzņēmējdarbības sektora zinātniskā personāla veidoja IKT uzņēmējdarbības nozarē strādājošie pētnieki un zinātniskie asistenti.

Savukārt no kopējā IKT uzņēmējdarbības sektorā nodarbināto skaita zinātniskais personāls 2016. gadā veidoja vien 0,7 % no visiem nodarbinātajiem. Jāizceļ ir IKT ražošanas sektors, kur ir lielāks pieprasījums pēc zinātniskā personāla, jo zinātniskais personāls ir 6,5 % no visiem nodarbinātajiem.

Kopumā var secināt, ka IKT uzņēmējdarbības jomā joprojām ir

vājš pieprasījums pēc darbiniekiem ar augstu zinātnisko un tehnoloģisko kvalifikāciju. Savukārt šāds scenārijs rada riskus uzņēmumu spējai radīt un īstenot inovācijas projektus, kas

rezultētos tehnoloģiski ietilpīgu, uz zināšanām balstītu, tirgū pieprasītu un eksportspējīgu risinājumu (produkti, tehnoloģijas, pakalpojumi) izstrādē un ieviešanā ražošanā.

4.1.2. tabula. Pētniecībā un attīstībā nodarbinātais personāls Latvijas IKT uzņēmējdarbības sektorā 2016. gadā, pilna laika slodzes ekvivalents un tā salīdzinājums ar kopējo IKT sektorā nodarbināto skaitu un kopējo pētniecības personāla skaitu uzņēmējdarbības nozarē. Avots: Eurostat, [rd_p_bempoccr2], 29.10.2019, CSP, datu tabula SBG010, 15.01.2020

	Pētnieki	Zinātniskais personāls	Kopējais darbinieku skaits, kas izteikts pilnas slodzes ekvivalenta vienībās ¹²
1. IKT ražošana (NACE 26.11, 26.12, 26.20, 26.30, 26.40, 26.80)	57	75	1157
2. IKT pakalpojumu sniegšana, to skaitā	58	71	21415
2.1. datorprogrammatūras tīrāžošana (NACE 58.2)	0	0	83
2.2. telekomunikācijas (NACE 61)	3	3	4455
2.3. datorprogrammēšana, konsultēšana un ar to saistītās darbības (NACE 62)	48	54	11843
2.4. datu apstrāde, uzturēšana un ar to saistītās darbības, interneta portālu darbība (NACE 63.11)	7	14	5034
Skaits IKT nozarē kopā	115	146	22572

4.2. Studiju programmas un absolventi IKT jomā

Zinātnisko darbinieku skaits tiešā veidā ir saistīts arī ar studējošo un doktorantu skaita dinamiku. Lai veidotos zinātnieku ataudze, būtiska loma ir doktorantiem un maģistrantiem, kuri studē ar IKT jomu saistītās studiju programmās, studiju programmu piedāvājumam un studentu skaitam, kuri beidz pamatstudijas IKT jomā.

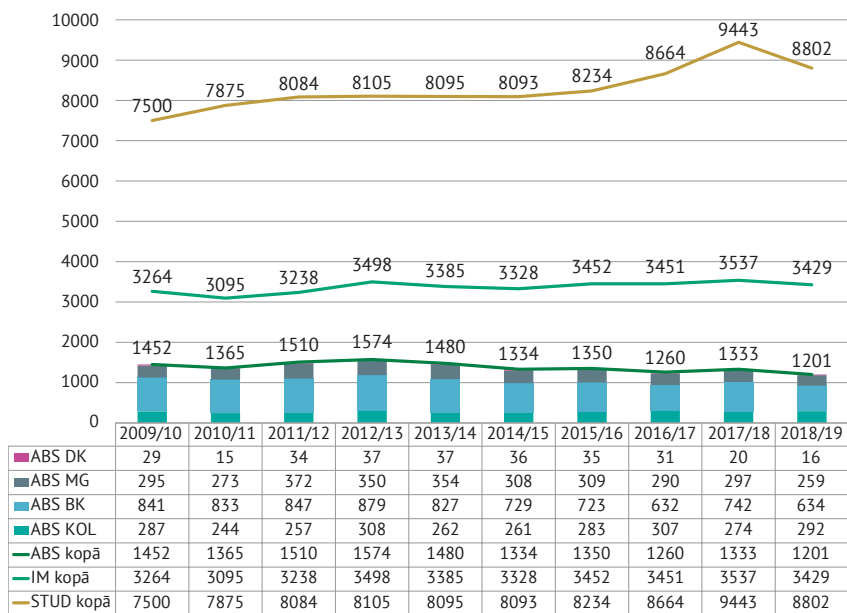
2018./2019. akadēmiskā gada sākumā Latvijas augstākās izglītības institūcijās

kopā studēja 80 500 studenti, no kuriem 11 % bija izvēlējušies studijas IKT jomā. No visiem doktorantūras līmeņa studentiem 14 % studēja IKT jomā, maģistra līmenī – 8 % un pamatstudijās 12 %. Savukārt IKT jomas absolventi no visiem 2018./2019. akadēmiskā gada 15 300 absolventiem veidoja jau mazāk – tikai 8 %, doktorantūras absolventi veidoja 13 %, maģistra – 6 %, un pamatstudijas absolvēja tikai 8 %.

¹² Avots: CSP, datu tabula SBG010.

Absolventu IKT jomā ir proporcionāli mazāk nekā to, kuri izrāda interesi par studijām, iestājoties AII. Iemesls tam ir studentu atbīrums visos izglītības līmeņos. Kopumā laika posmā no 2009.–2019. gadam studijas IKT jomā ir absolvējuši 41 % no tiem,

kuri iestājas AII (**skatīt 4.2.1. attēlu**). Vislielākai atbīrums ir pamatstudijās imatrikulētajiem studentiem, pabeidz tikai 35 % no tiem, kuri uzsāk studijas. Šis ir nopietns izaicinājums, kas ir jāatrisina, lai nodrošinātu grādu vai kvalifikāciju ieguvušo studentu skaita stabilizāciju.



4.2.1. attēls. Ar IKT jomu saistītās programmās, iekļaujot pirmā līmeņa profesionālā bakalaura un koledžas līmeņa studiju programmas, imatrikulēto, absolvējošo un studējošo skaits pa mācību gadiem laika posmā no 2009. līdz 2019. gadam. [ABS DK – doktorantūras programmu absolventi, ABS MG – maģistra līmeņa studiju programmu absolventi, ABS BK – pamatstudiju programmu absolventi, ABS KOL – koledžas līmeņa studiju programmu absolventi, ABS kopā – absolventi kopā, IM kopā – imatrikulētie kopā, STUD kopā – studējošie kopā]. Avots: CSP, IZM 2019

Vadošās augstskolas, kuras nodrošina ar IKT jomu saistītu izglītību, ir LU un RTU, un tajās studē aptuveni 54 % no visiem ar IKT jomu studējošajiem. Ar elektrotehniku, elektroniku, informācijas un komunikāciju tehnoloģiju zinātni saistītajās jomās studē 51 % no visiem ar IKT jomu saistītajiem studentiem, un 39 % ir izvēlējušies studijas saistītas ar datorzinātņu un informātiku.

Doktora studijas IKT jomā Latvijā piedāvā 8 augstākās izglītības iestādes 18 doktora studiju programmās. RTU doktorantūrā

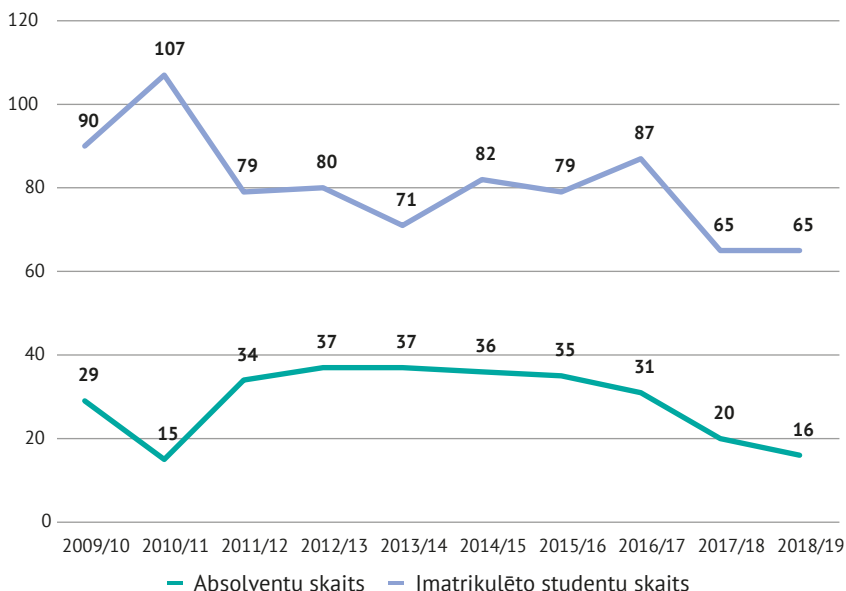
var studēt kopā 7 programmās, kur 2 programmas ir datorzinātnē un informātikā un 4 elektrotehnikā, elektronikā, informācijas un komunikāciju tehnoloģijās. LU piedāvā 3 programmas katrā zinātņu nozarē matemātikā, fizikā un datorzinātnē un informātikā pa vienai studiju programmai. Doktora studijas IKT jomā ir pieejamas arī 5 reģionālās augstākās izglītības iestādēs – DU, LLU, RTA, ViA un LiepU un neklātienēs formā TSI (**skatīt 4.2.1. tabulu**).

4.2.1. tabula. Doktora studiju programmas IKT jomā 2018./2019. mācību gadā. Avots: CSP, IZM 2019

Zinātnes nozare	Programmu skaits zinātņu nozarē	Studiju programma	Studiju programmu skaits	Augstākās izglītības iestāde										
				RTU	LU	DU	TSI	ILLU	RTA	ViA	LiepU			
Matemātika	2	Matemātika	2		1	1								
		Datorsistēmas	1	1										
Datorzinātne un informātika	4	Datorzinātnes	1	1										
		E-studiju tehnoloģijas un pārvaldība	2	1									1	
Fizika un astronomija	2	Cietvielu fizika	1			1								
		Fizika, astronomija un mehānika	1	1										
Elektrotehnika, elektronika, informācijas un komunikāciju tehnoloģijas	10	Informācijas tehnoloģija	1	1										
		Sociāltehnisku sistēmu modelēšana	2							1	1			
		Automātika un datortehnika	1	1										
		Elektronika	1	1										
		Telekomunikācijas	1	1										
Kopā augstākās izglītības iestādē	18	Transporta datorvadības, informācijas un elektroniskās sistēmas	1	1										
		Telemātika un loģistika	2			2								
		Informācijas tehnoloģijas	1				1							
		Kopā augstākās izglītības iestādē	18	7	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1

Kopš 2014./15. mācību gada absolvējušo doktoru skaits samazinās, neskatoties uz to, ka doktora studiju programmu piedāvājums ir plašs un tās ir pieejamas visā Latvijā. Pēdējos divos mācību gados

ir arī samazinājies imatrikulēto studentu skaits doktora studiju programmās (**skatīt 4.2.2. attēlu**). Kopumā doktora studijas pēdējo 10 gadu laikā ir pabeiguši tikai 36 % no imatrikulētajiem studentiem.



4.2.2. attēls. Ar IKT jomu saistītās doktora studiju programmās imatrikulēto un absolvējušo skaits pa mācību gadiem laika posmā no 2009. līdz 2019. gadam. Avots: CSP, IZM 2019

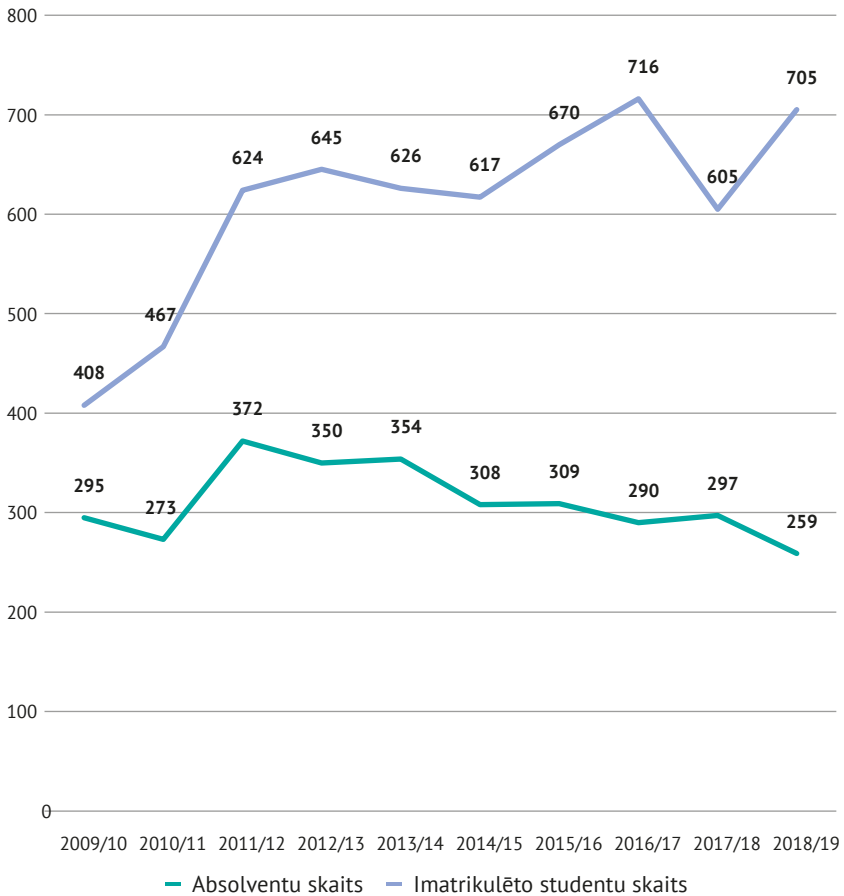
Maģistra studiju programmas IKT jomā piedāvā 12 augstākās izglītības iestādes, un programmu izvēle ir bagātīga – kopā 44 programmas, no kurām 12 programmas piedāvā profesionālā maģistra grādu, pārējās akadēmiskā maģistra grādu (**skatīt 4.2.2. tabulu**). Visas reģionālās augstākās izglītības iestādes piedāvā maģistra studijas IKT jomā, kopā 12 programmas, un 5 no tām profesionālā maģistra līmenī. RTU, TSI un ISMA nodrošina arī nepilna laika studijas, kopā četras no maģistra līmeņa studiju programmām ir pieejamas nepilna laika formā.

Neskatoties uz plašo studiju programmu piedāvājumu, absolventu skaits maģistra

līmeņa studiju programmās samazinās jau pēdējos 7 gadus. Imatrikulēto studentu skaits gan turpina pieaugt, taču ļoti daudzi studijas nebeidz, pēdējo 10 gadu laikā maģistra studijas ir pabeiguši 51 % no imatrikulētajiem (**skatīt 4.2.3. attēlu**). Reģionālajās augstākās izglītības iestādēs studiju programmas pabeidza 59 % no visiem studējošajiem IKT jomas maģistra līmeņa programmās, kopumā reģionālās augstākās izglītības iestādes ir absolvējuši 18 % no viesiem maģistratūras absolventiem. Kā arī jāatzīmē, ka absolventu procents gan akadēmiskajās, gan profesionālajās maģistra studiju programmās ir līdzīgs, nedaudz lielāks

atbirums ir profesionālajās studiju programmās. Ja pieņem, ka doktora studijas turpina tajā pašā zinātņu nozarē

studijas beigušie maģistri, tad aptuveni 25 % no maģistratūras absolventiem iestājas doktorantūrā.



4.2.3. attēls. Ar IKT jomu saistītās maģistra studiju programmās imatrikulēto un absolvējušo skaits pa mācību gadiem laika posmā no 2009. līdz 2019. gadam. Avots: CSP, IZM 2019

Bakalaura un otrā līmeņa profesionālās augstākās izglītības programmas IKT jomā piedāvā 14 valsts un privātās augstākās izglītības iestādes (**skatīt 4.2.3. tabulu**). Ja pieņemam, ka virzība uz zinātnieka karjeru sākas ar pamatstudijas programmas izvēli, tad studijas

datorzinātnēs un informātikā piedāvā tikai 7 AII, matemātikā un fizikā – 3 AII, savukārt, ja nākotnes pētniecības virziens būs saistīts ar elektrotehniku, elektroniku un informācijas un komunikāciju tehnoloģijām, tad ir iespēja izvēlēties kādu no 35 studiju programmām.

4.2.2. tabula. Maģistra un profesionālā maģistra studiju programmas IKT jomā 2018./2019. mācību gadā.
Avots: CSP, IZM 2019

Zinātnes nozare	Programmu skaits zinātņu nozarē	Studiju programma	Maģistra un profesionālo maģistra studiju programmu skaits
Matemātika	2	Matemātika	2
Datorzinātne un informātika	13	Datorsistēmas	5
		Datorzinātnes	5
		Digitālās humanitārās zinātnes	1
		Kiberdrošības inženierija	1
		Virtuālā realitāte un viedās tehnoloģijas	1
Fizika un astronomija	2	Fizika	2
Elektrotehnika, elektronika, informācijas un komunikāciju tehnoloģijas	25	Biznesa informātika	2
		Elektroniskās komercijas informācijas sistēmas	1
		Informācijas tehnoloģija	3
		Intelektuālas robotizētas sistēmas	1
		Sociotehnisku sistēmu modelēšana	1
		Automātika un datortehnika	2
		Elektronika	6
		Telekomunikācijas	1
		Telekomunikāciju sistēmas un datortīkli	1
		Transporta datorvadības, informācijas un elektroniskās sistēmas	1
		Transporta elektronika un telemātika	1
		Viedās elektroniskās sistēmas	1
		Informācijas sistēmu vadība	2
		Informācijas tehnoloģijas	1
Loģistikas sistēmu un piegādes ķēdes vadība	1		
Ekonomika un uzņēmējdarbība	2	Lielo datu analīze	1
		Kiberdrošības pārvaldība	1
Kopā augstākās izglītības iestādē			44

● profesionālās maģistra studiju programmas, akad. progr. skaits/prof. progr. skaits

Augstākās izglītības iestāde												
RTU	TSI	LU	DU	ViA	RTA	VeA	ISMA	LLU	LiepU	BA	RISE-BA	
		1	1									
1/1					1		2					
	2	1	1			1						
1												
				1								
				1								
		1	1									
2												
					1							
1/1									1			
1												
				1								
2												
1/2	2					1						
1												
	1											
1												
1												
1												
	2											
								1				
1												
											1	
										1		
11	7	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	

4.2.3. tabula. Bakalaura un otrā līmeņa profesionālās augstākās izglītības programmas IKT jomā 2018./2019. gadā. Avots: CSP, IZM 2019

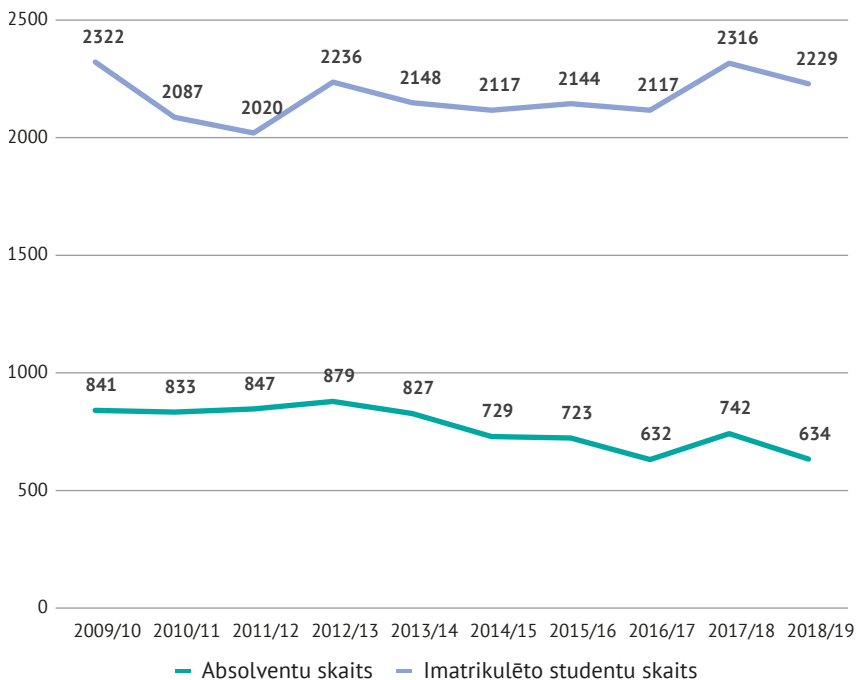
Zinātnes nozare	Programmu skaits zinātņu nozarē	Studiju programma	Studiju programmu skaits
Matemātika	4	Matemātika	2
		Matemātika, fizika un datorzinātnes	1
		Matemātiķis statistiķis	1
Datorzinātne un informātika	10	Datorsistēmas	2
		Datorzinātnes	6
		Datorzinātnes (angļu)	1
		Datorvadība un datorzinātne	1
Fizika un astronomija	2	Fizika	2
Elektrotehnika, elektronika, informācijas un komunikāciju tehnoloģijas	35	Informācijas sistēmas	2
		Informācijas tehnoloģija (-as)	6
		Informācijas tehnoloģija (angļu)	1
		Intelektuālas robotizētas sistēmas	1
		Programmēšanas inženieris	1
		Telekomunikāciju sistēmas un datortīkli	2
		Adaptronika	1
		Automātika un datortehnika	1
		Elektronika	5
		Elektronikas inženierija	1
		Elektronika un mobilie sakari	2
		Elektronisko iekārtu apkalpošana	1
		Kuģu navigācijas elektronika	1
		Mehatronika	4
		Telekomunikācijas	1
		Transporta datorvadības, informācijas un elektroniskās sistēmas	1
		Transporta elektronika un telemātika	1
Jūras transports-kuģa elektroautomātika	2		
Informācijas tehnoloģijas ilgtspējīgai attīstībai	1		
Ekonomika un uzņēmējdarbība	5	Elektroniskā komercija	1
		E-biznesa un loģistikas vadības sistēmas	2
		Biznesa vadība digitālā vidē	2
Starpnozaru sociālās zinātnes	2	Informācijas pārvaldība	2
Kopā augstākās izglītības iestādē			58

Augstākās izglītības iestāde													
RTU	LU	TSI	LiepU	DU	VeA	RTA	ViA	LLU	ISMA	LJA	RISE-BA	EKA	RAI
	1			1									
			1										
	1												
2													
	1	2	1	1	1								
			1										
								1					
	1			1									
									2				
1			1	1			2					1	
			1										
1						1							
		2											
1													
1													
		4			1								
					1								
2													
													1
					1								
1			1			1	1						
1													
1													
1													
										2			
								1					
						1							
	2												
											2		
	2												
12	8	8	6	4	4	3	3	2	2	2	2	1	1

Diemžēl, neskatoties uz plašo studiju programmu piedāvājumu gan Rīgā, gan reģionos, bakalaura un otrā līmeņa profesionālās augstākās izglītības studiju programmās studentu atbirums ir ļoti augsts, studijas pabeidz tikai 35 % no imatrikulētajiem studentiem jeb no pēdējos 10 mācību gados imatrikulētajiem 21 736 studentiem absolvējuši ir tikai 7687 studenti (skatīt 4.2.4. attēlu).

IKT nozarē ļoti pieprasīti ir speciālisti, kuriem bez tehnoloģiskajām zināšanām ir arī kompetence citu nozaru procesos, tādēļ noteikti ir jāpiemin 2019. gadā jaunizveidotā starpdisciplinārā bakalaura

studiju programma “Datorzinātne un organizāciju tehnoloģijas”, kuru, sākot ar 2019./2020. mācību gadu, piedāvā LU un RTU sadarbībā ar Bufalo Universitāti (ASV) un kuru koordinē RTU Rīgas Biznesa skola (RBS). Pirmajā mācību gadā programmā bija paredzēts uzņemt 60 studentus, studijas notiek angļu valodā un programmā ir pieejamas četras specializācijas: datorzinībās – mākslīgais intelekts un datu attēlošana, algoritmi un datorvadība, bet vadībzinībās – finanses un vispārējā vadība. Programmas uzsākšanai Ministru kabinets 2019. gadā piešķīra finansējumu 693 813 EUR apmērā.



4.2.4. attēls. Ar IKT jomu saistītās bakalaura un otrā līmeņa profesionālās augstākās izglītības studiju programmās imatrikulēto un absolvējušo skaits pa mācību gadiem laika posmā no 2009. līdz 2019. gadam. Avots: CSP, IZM 2019

5

Pētniecības izcilība

Pētniecības kapacitātes un izcilības, pētniecības rezultātu redzamības un starptautiskās sadarbības kvantitatīva un kvalitatīva novērtēšana, t. sk. RIS3 monitoringa ietvaros, tiek veikta pēc vairākiem starptautiskajā praksē pieņemtiem mērāmiem rādītājiem:

- **publikāciju skaits un dinamika** – parāda zinātnieku un zinātnisko institūciju publicēšanās apjomu un regularitāti;
- **publikāciju citētība** – publikāciju redzamība un pētniecības rezultātu atzītība zinātnes nozarē un starptautiskā mērogā;
- **zinātnisko žurnālu kvalitāte** (mēra pēc žurnāla ietekmes indeksa (*Journal Impact factor*)) – parāda publikāciju kvalitāti, starptautisko atzītību un konkurētspēju.

Zinātnisko publikāciju kvantitāte un kvalitāte par jomas pētniecības virzieniem *Web of Science* datubāzē izvērtēta par laika periodu no 2014. līdz 2018. gadam,

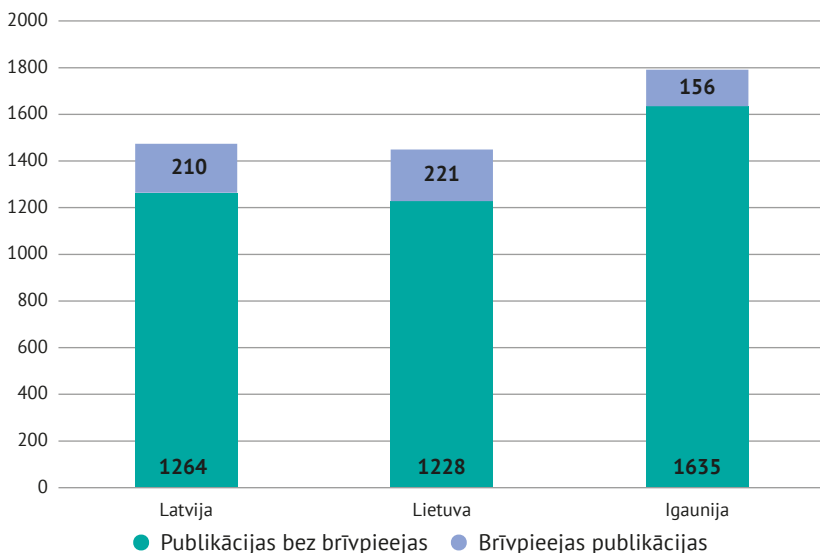
izmantojot *InCites* datu analītikas rīku. *Web of Science* definētie pētniecības virzieni un apakšvirzieni, kas tieši atbilst RIS3 IKT jomai, ir šādi.

- COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE
- COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS
- COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS
- COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS
- COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE ENGINEERING
- COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS
- COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE
- ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC
- ROBOTICS
- TELECOMMUNICATIONS
- AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS
- MEDICAL INFORMATICS

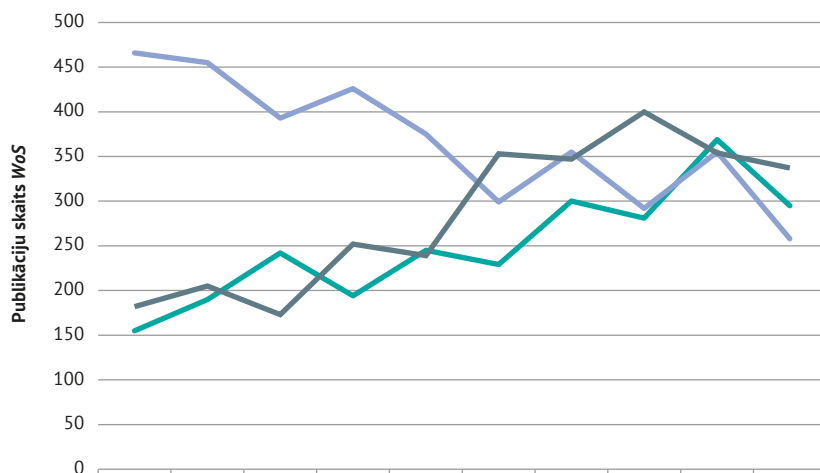
5.1. Zinātniskās publikācijas IKT jomā

2014.–2018. gada periodā RIS3 IKT jomas *WoS* tēmās ir publicētas 1474 publikācijas, vidēji veidojot 14 % no kopējā Latvijas publikāciju skaita. No tām 210 ir atvērtās piekļuves publikācijas. Igaunijā IKT jomas kopējais publikāciju skaits ir lielāks – 1791, taču no kopējā Igaunijas publikāciju skaita tās veido apmēram 12 %. Savukārt Lietuvā kopējais IKT jomas publikāciju skaits ir mazāks – 1449 – un tās veido

tikai 8 % no kopējā *WoS* publikāciju skaita (**skatīt 5.1.1. attēlu**). Vidēji gadā tiek publicētas apmēram 300 publikācijas gan Latvijā, gan Lietuvā, gan Igaunijā (**skatīt 5.1.2. attēlu**). Līdzīgi rezultāti ir arī citēto publikāciju skaitam, taču Igaunijas rezultāti kopumā IKT jomā ir labāki, jo ir gan augstāks publikāciju skaits, gan lielāks citēto publikāciju apjoms (**skatīt 5.1.3. attēlu**).

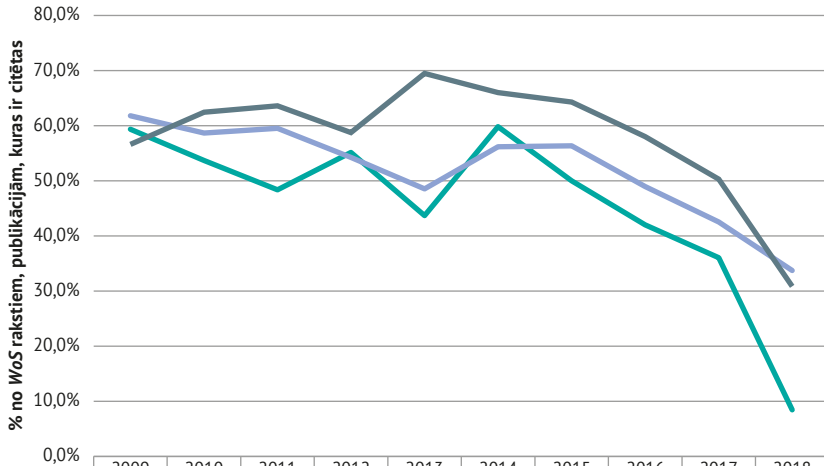


5.1.1. attēls. Publikāciju kopskaits un atvērto publikāciju īpatsvars IKT jomā Baltijas valstīs, 2014.–2018. gads. Avots: WoS



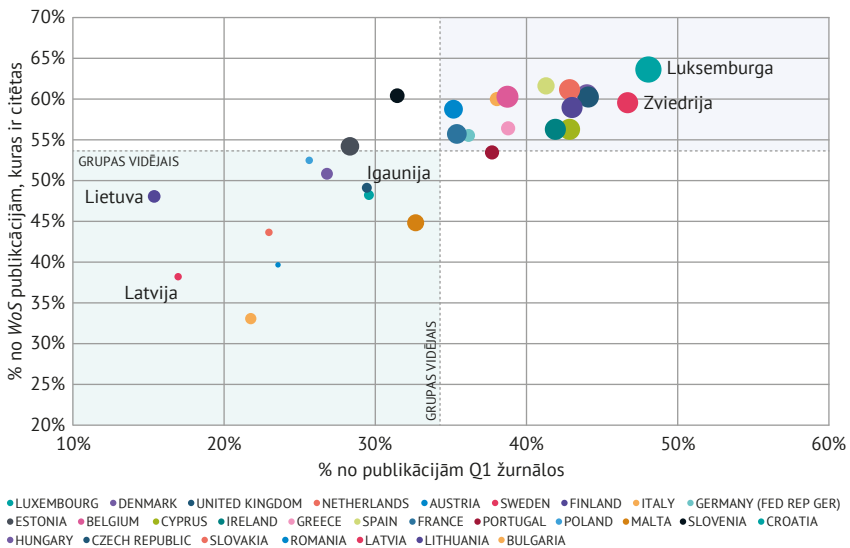
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Latvija	155	190	242	194	245	229	300	281	369	295
Lietuva	466	455	393	426	375	299	355	292	355	258
Igaunija	182	205	173	252	239	353	347	400	354	337

5.1.2. attēls. IKT jomas publikāciju skaita dinamika Baltijas valstīs, 2009.–2018. gads. Avots: WoS



	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Latvija	59,4%	53,7%	48,3%	55,2%	43,7%	59,8%	50,0%	42,0%	36,0%	8,5%
Lietuva	61,8%	58,7%	59,5%	54,2%	48,5%	56,2%	56,3%	49,0%	42,5%	33,7%
Igaunija	56,6%	62,4%	63,6%	58,7%	69,5%	66,0%	64,3%	58,0%	50,3%	30,9%

5.1.3. attēls. IKT jomas WoS citēto publikāciju % dinamika. Baltijas valstis, 2009.–2018. gads. Avots: WoS



5.1.4. attēls. Zinātniskās publikācijas IKT jomā ES sadalījumā pēc citējamības īpatsvara %, publikāciju īpatsvara Q1 žurnālos %. Apļa lielums norāda starptautiskās sadarbības īpatsvaru %, 2014.–2018. gads. Avots: WoS

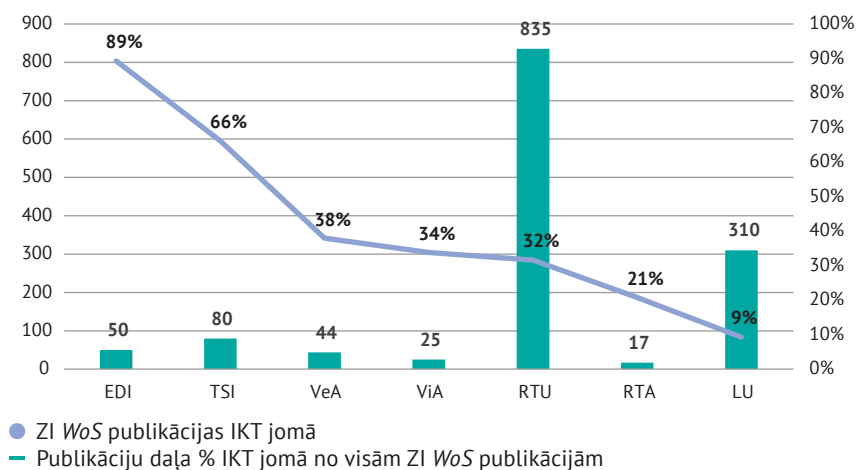
Vērtējot Latvijas IKT jomas pētniecības izcilību Eiropas pētniecības telpā, diemžēl jāsecina, ka ar 2014.–2018. gada rezultātiem esam vienā no pēdējām vietām pēc publikāciju citējamības un publikāciju īpatsvara Q1 žurnālos, līdzīgu sniegumu parāda arī Bulgārija un Lietuva. Arī Igaunija nav Eiropas līderu kvadrantā, taču uzrāda daudz augstākus izcilības rādītājus no Baltijas valstīm

(**skatīt 5.1.4. attēlu**). Kā arī jāsecina, ka kopumā Eiropas Savienības valstu vidū Latvijas IKT pētniecības joma ir slēgta, jo ir ļoti mazs kopējais publikāciju īpatsvars starptautiskā sadarbībā. 5.1.4. attēlā var izteikti redzēt, ka augstāks starptautiskās sadarbības īpatsvars uzlabo kopējo sniegumu gan citējamībā, gan iekļūšanā augstākas klases zinātniskajos žurnālos.

5.2. Pētniecības izcilība IKT jomā

Tematisko publikāciju īpatsvars no kopējā zinātniskās institūcijas publikāciju skaita (**5.2.1. attēls**) ļauj spriest par zinātniskās institūcijas specializācijas pakāpi

konkrētajā jomā. Vislielākais publikāciju īpatsvars IKT jomas tēmās ir EDI un TSI, taču visvairāk pēc skaita publikāciju ir RTU un LU.



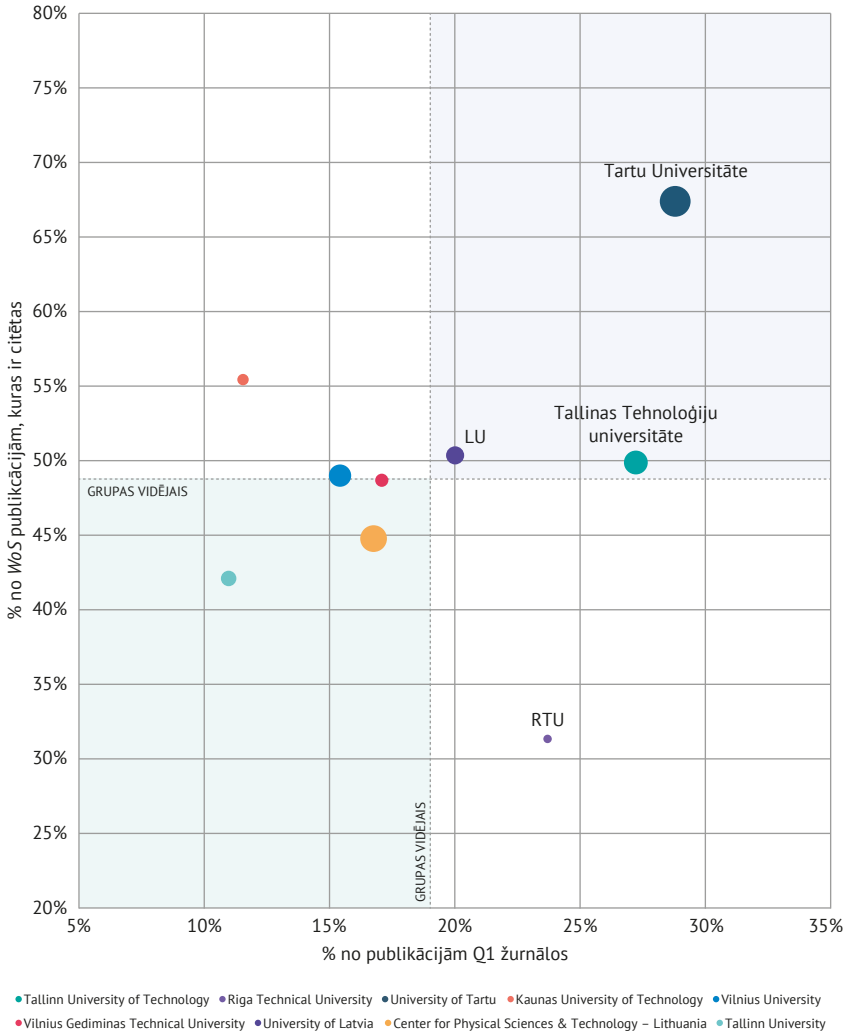
5.2.1. attēls. Publikāciju skaits IKT jomā pa zinātniskajām institūcijām un to īpatsvars no kopējā zinātniskās institūcijas publikāciju skaita (2014–2018). Avots: WoS

Salīdzinot Baltijas valstu ZI publikāciju izcilību pēc citēto publikāciju un publikāciju Q1 žurnālos īpatsvara %, IKT jomā izteikts līderis ir Tartu Universitāte. No Latvijas ZI līdera tendenci parāda LU, taču tikai nedaudz pārspējot vidējos

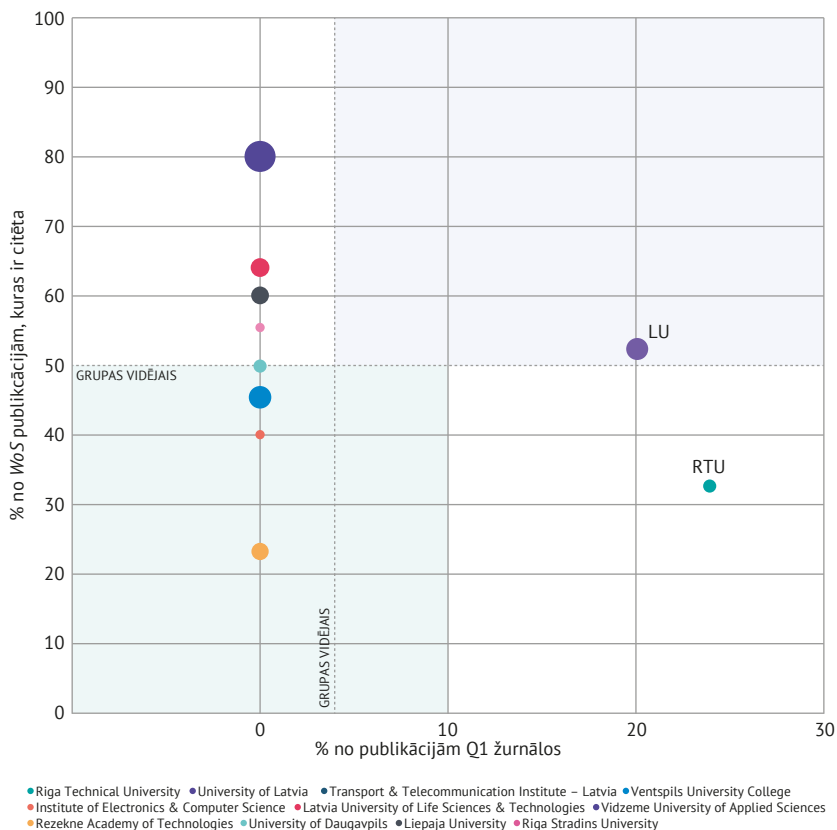
rādītājus citēto publikāciju, publikāciju Q1 žurnālos īpatsvarā un publikāciju starptautiskā sadarbībā īpatsvarā no kopējā publikāciju apjoma %. RTU pārspēj LU publikāciju īpatsvarā no visām WoS publikācijām Q1 žurnālos, taču

atpaliek gan kopējā citēto publikāciju skaitā, gan starptautiskā sadarbībā (skatīt 5.2.2. attēlu). Savukārt, salīdzinot Latvijas ZI sniegumu IKT jomā, var redzēt, ka Q1 žurnālos publicējas tikai LU un RTU (skatīt 5.2.3. attēlu), pārējām ZI tas nav

izdevies periodā no 2014. līdz 2018. gadam. Līdz ar to var secināt, ka 2014.–2018. gada periodā LU un RTU ir bijušas vadošās ZI IKT pētniecības jomā Latvijā un Baltijā, atpaliekot no Tartu Universitātes un Tallinas Tehnoloģiju universitātes.



5.2.2. attēls. Zinātniskās publikācijas IKT jomā Baltijas valstu ZI sadalījumā pēc citējamības īpatsvara %, publikāciju īpatsvara % Q1 žurnālos. Apļa lielums norāda publikāciju skaita īpatsvaru % starptautiskā sadarbībā. Avots: WoS



5.2.3. attēls. Zinātniskās publikācijas IKT jomā Latvijas ZI sadalījumā pēc publikāciju skaita WoS un citējamības īpatsvara %, publikāciju īpatsvara Q1 žurnālos %. Apļa lielums norāda publikāciju skaita īpatsvaru % starptautiskā sadarbībā. Avots: WoS

Pēc publikāciju skaita top 5 zinātniskie žurnāli un rakstu krājumi datorzinātnē laika periodā no 2014. līdz 2018. gadam ir norādīti 5.2.1. tabulā, savukārt žurnāli ar visaugstāko ietekmes indeksu jeb Q1 žurnāli ir norādīti 5.2.2. tabulā.

Savukārt IKT jomas inženierzinātņu blokā žurnāli un rakstu krājumi ar visaugstāko citējamību skaitu norādīti 5.2.3. tabulā un žurnāli ar visaugstāko ietekmes indeksu – 5.2.4. tabulā.

5.2.1. tabula. Top 5 WoS indeksētie žurnāli un konferenču rakstu krājumi pēc publikāciju skaita datorzinātnē un medicīnas informātikā, 2014.–2018. gads. Tēmas: COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS, COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS, COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS, COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE ENGINEERING, COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS, COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE, MEDICAL INFORMATICS. Avots: WoS

Zinātniskais žurnāls vai rakstu krājums	Publikāciju skaits	Citējumi	Citēto publikāciju īpatsvars no kopējā publikāciju skaita, %
ICTE 2016	68	104	67,65 %
Reliability and statistics in transportation	32	3	9,38 %
ICTE in regional development 2015	27	56	70,37 %
ICTE in regional development	20	72	95 %
2017 5th IEEE workshop on advances in information, electronic and electrical engineering (AIEEE'2017)	18	1	5,56 %

5.2.2. tabula. Ietekmīgākie Q1 WoS indeksētie žurnāli un konferenču rakstu krājumi, kur publicējušies Latvijas zinātnieki datorzinātnē un medicīnas informātikā, 2014.–2018. gads. Tēmas: COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS, COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS, COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS, COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE ENGINEERING, COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS, COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE, MEDICAL INFORMATICS. Avots: WoS

Zinātniskais žurnāls vai rakstu krājums	Publikāciju skaits	Citējumi	Žurnāla ietekmes indekss	Izdevējvalsts
Computer-aided civil and infrastructure engineering	1	17	6,21	ASV
Information sciences	1	12	5,52	ASV
Empirical software engineering	2	48	4,46	Nīderlande
Business and information systems engineering	2	48	3,6	Vācija
Computers & Structures	1	10	3,35	Lielbritānija

5.2.3. tabula. Top 5 WoS indeksētie žurnāli un konferenču rakstu krājumi pēc Latvijas pētnieku publikāciju skaita inženierzinātnēs citējumu skaita, 2014.–2018. gads. Publikāciju tēmas: ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC, ROBOTICS, TELECOMMUNICATIONS, AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS. Avots: WoS

Zinātniskais žurnāls vai rakstu krājums	Publikāciju skaits	Citējumi	Citēto publikāciju īpatsvars no kopējā publikāciju skaita, %	Žurnāla ietekmes indekss	Izdevējvalsts
IPSN ¹⁵ : proceedings of the 14th international symposium on information processing in sensor networks	2	114	100 %	n/a	ASV
Sensors	3	82	100 %	3,03	Šveice
IEEE transactions on power electronics	3	64	100 %	7,22	ASV
Proceedings of the 16th international scientific conference reliability and statistics in transportation and communication (Relstat-2016)	30	47	60 %	n/a	Nīderlande
2015 IEEE 5th international conference on power engineering, energy and electrical drives (powering)	29	45	68.97 %	n/a	ASV
Journal of infrared milimeter and terahertz waves	5	45	100 %	1,76	ASV

5.2.4. tabula. Ietekmīgākie Q1 WoS indeksētie žurnāli un konferenču rakstu krājumi, kur publicējušies Latvijas zinātnieki inženierzinātnēs, 2014.–2018. gads. Publikāciju tēmas: ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC, ROBOTICS, TELECOMMUNICATIONS, AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS. Avots: WoS

Zinātniskais žurnāls vai rakstu krājums	Publikāciju skaits	Citējumi	Žurnāla ietekmes indekss	Izdevējvalsts
IEEE transactions on industrial electronics	1	10	7,5	ASV
IEEE transactions on power electronics	3	64	7,22	ASV
Automatica	1	2	6,36	ASV
IEEE journal of emerging and selected topics in power electronics	1	12	5,97	ASV
IEEE transactions on power delivery	1	7	4,42	ASV

6 Pētniecības sadarbība

Sadarbība ir viens no galvenajiem katalizatoriem plašākas pētniecības ietekmes (*research impact*) radīšanai. Sadarbība RIS3 kontekstā tiek vērtēta gan kā sadarbība starp pētniekiem un zinātniskajām institūcijām nacionālā un

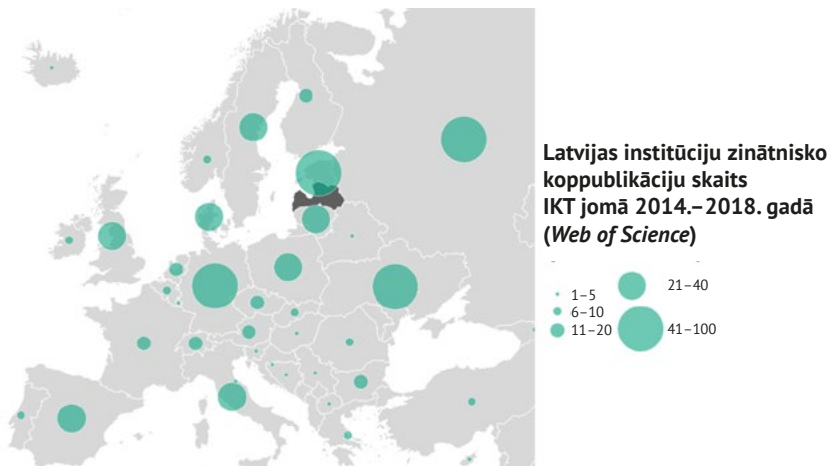
starptautiskā mērogā, gan arī kā sadarbība ārpus akadēmiskās vides – ar industrijas un citiem sociālajiem partneriem. Galvenie sadarbības novērtēšanas rādītāji ir koppublicāciju skaits un pētniecības projektu partnerības.

6.1. Starptautiskā sadarbība

2014.–2018. gada periodā IKT jomā kopējais starptautisko koppublicāciju skaits veidoja 28,55 % jeb ~420 no visām WoS jomas publikācijām. Visvairāk starptautisko koppublicāciju no visām IKT jomas publikācijām ir ViA – 72 %, VeA – 47,73 %, RTA – 41,18 %, kas ir laba tendence, taču kopējais IKT publikāciju skaits šajām ZI ir neliels. Savukārt LU ir publicējusi 39,87 % jeb 124 publikācijas un RTU – 22,94 % jeb 191 no visām

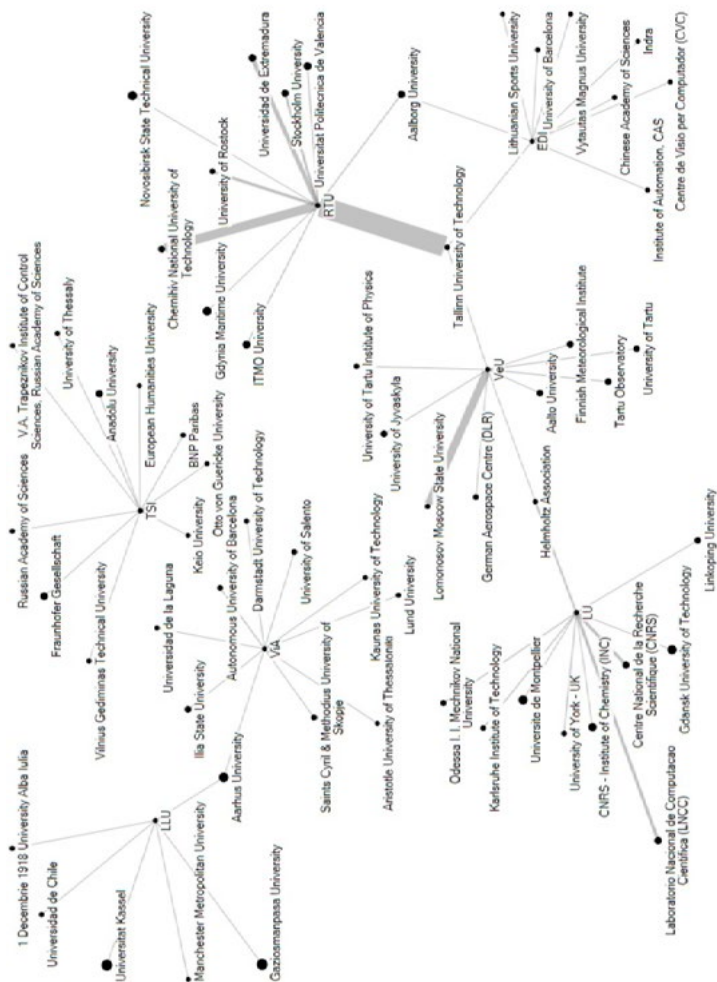
IKT jomas publikācijām starptautiskā sadarbībā. Valstu griezumā lielākie Latvijas ZI sadarbības partneri IKT jomā atrodas Igaunijā, Vācijā, Ukrainā un Krievijā (**skatīt 6.1.1. attēlu**). Eiropas Savienības valstīs vidēji 40 % no visām publikācijām IKT jomā tiek izstrādātas un publicētas starptautiskas sadarbības ietvaros, līdz ar to Latvijas zinātniekiem ir iespējas attīstīt sadarbību ar Eiropas valstu ZI, lai vēl labāk integrētos Eiropas zinātnes telpā.

6.1.1. attēls. Latvijas starptautiskā sadarbība IKT jomā pēc koppublicāciju skaita Eiropas mērogā 2014.–2018. gada periodā. Avots: WoS



Latvijas vadošajām ZI IKT specializācijas jomā ir samērā plašs un katrai zinātniskajai institūcijai atšķirīgs ārvalstu sadarbības partneru loks (**skatīt 6.1.2. attēlu**), un aptuveni 50 % sadarbību ar ārvalstu

zinātniskajām institūcijām apliecina tikai 1 kopsaskaidrojuma 5 gadu periodā, kas vairāk norāda uz īstermiņa sadarbību viena projekta ietvaros, nevis ilgtermiņa sadarbību.



6.1.2. attēls. Jomā vadošo AII un ZI vadošie starptautiskie sadarbības partneri. Saite – kopsaskaidrojums. Avots: WoS

6.2. Sadarbība ar nozari

Savukārt sadarbībā ar nozari ir tapuši vien 0,97 % jeb 14 no visām IKT jomas publikācijām, Eiropas Savienības valstīs vidēji 5 % no visām IKT jomas publikācijām tiek radītas, ZI sadarbojoties ar nozari. Latvijā tikai trīs no ZI ir strādājušas kopā ar nozari pie pētījumiem – LU, kur 1,61 % no publikācijām ir radītas sadarbībā ar nozari, TSI – 1,25 % un RTU – 0,84 %. Līdz ar to var secināt, ka ZI un nozares sadarbība laika posmā no 2014. līdz

2018. gadam ir bijusi ļoti vāja un šo sadarbību būtu nepieciešams uzlabot.

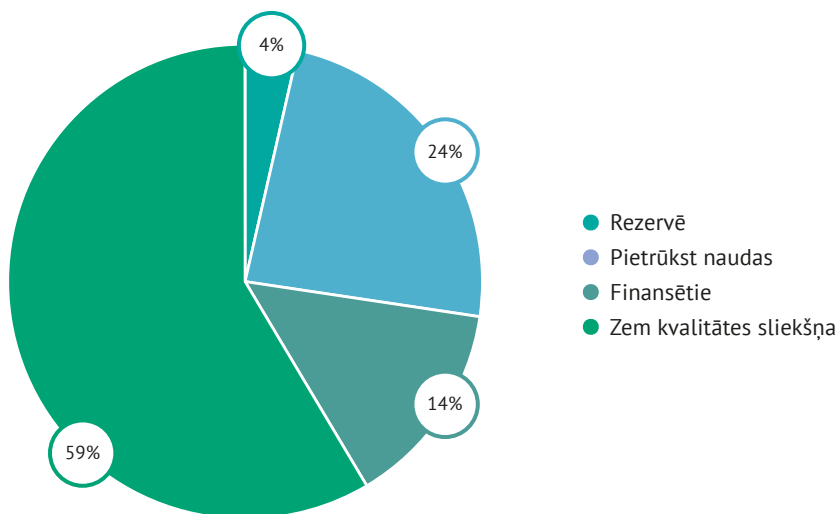
Kopumā IKT pētniecības projektus ir īstenojuši 36 komersanti, un lielākie zinātnisko projektu īstenoņi no komersantu vidus ir bijuši A/S "Alfa RPAR", SIA "BALTIJAS DATORU AKADĒMIJA", SIA "DIVI grupa", SIA "EuroLCDs", A/S "Hansamatrix", SIA "Lattelcom", LETA, A/S "RIX technologies", A/S "SAF Tehnika", SIA "TILDE".

6.3. Sekmes "Apvārsnis 2020" ietvarprogrammā

Ietvarprogrammā "Apvārsnis 2020" ar IKT jomu saistītajās tēmās "Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas", "Kosmoss" un "Droša sabiedrība – Eiropas un tās pilsoņu brīvības un drošības aizsardzība" no 2014. līdz 2018. gadam no Latvijas bija pieteikts 391 projekts, no kuriem finansēti 55 projekti. Tikai 41 % jeb 162 projektu pieteikumi ir pārvarējuši kvalitātes sliekšni (**skatīt 6.3.1. attēlu**), un vidējā projektu pieteikumu sekmība ir 14 %. Visvairāk projektu pieteikumu ir iesniegti "Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas" (LEIT-ICT) tēmā (251), kur virssliekšņa ir bijuši 93 un finansēti 34, tēmā "Kosmoss" (LEIT-SPACE) ir iesniegti 41 projekta pieteikums, virssliekšņa ir bijuši 20 un finansēti 6. Savukārt tēmā "Droša sabiedrība – Eiropas un tās pilsoņu brīvības un drošības aizsardzība" (SECURITY) ir bijuši 99 projektu pieteikumi, virssliekšņa – 49 un finansēti 15. Šajās tēmās ir finansēti arī projekti, kuri nav cieši saistīti ar RIS3 IKT jomu un nav iekļauti IKT jomas specializācijas

nišu kartējumā šī pārskata 3. nodaļā. 2014.–2018. gada periodā bija mērķis sasniegt 30 % projektu pieteikumu sekmību "Apvārsnis 2020" projektos, un šis mērķis IKT jomā netika sasniegts, kas dod izaicinājumu nākamajā periodā to uzlabot.

Savukārt institūciju griezumā projektus regulāri piesaka EDI, LU un RTU ar atšķirīgiem sekmības rādītājiem. EDI izceļas ar kopējo projektu pieteikumu kvalitāti, sasniedzot 40 % rādītāju virssliekšņa projekta pieteikumos. LU un RTU ir līdzīgi rādītāji projektu pieteikumu kvalitātē, LU ir labāk veicies ar finansējuma piesaisti salīdzinājumā ar RTU. LLU nevar uzskatīt par regulāru projektu pieteicēju "Apvārsnis 2020" IKT jomas programmās, taču kopumā, ņemot vērā nelielo projektu pieteikumu skaitu, sekmība ir ļoti augsta – 33 %. Pārējās IKT jomas ZI arī ir pieteikušas pa kādam projektam, ir bijuši arī virssliekšņa projekti, taču tie nav finansēti (**skatīt 6.3.2. tabulu**).



6.3.1. attēls. Projektu pieteikumu sekmes ietvarprogrammā “Apvāršnis 2020” no 2014. līdz 2018. gadam ar IKT jomu saistītajās tēmās, % pēc projektu pieteikumu skaita. Avots: *CORDIS*

6.3.2. tabula. Ietvarprogrammā “Apvāršnis 2020” no 2014. līdz 2018. gadam tēmās “Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas”, “Kosmoss” un “Droša sabiedrība – Eiropas un tās pilsoņu brīvības un drošības aizsardzība” iesniegtie Latvijas zinātnisko institūciju pieteikumi. Avots: *CORDIS*

Zinātniskā institūcija	Pieteiktie projekti, skaits	Virsliekšņa projekti, skaits un % no pieteiktajiem	Finansētie projekti, skaits un % no pieteiktajiem
EDI	35	14 (40 %)	6 (17 %)
LLU	3	1 (33 %)	1 (33 %)
LU	32	5 (16 %)	5 (16 %)
RTU	33	5 (15 %)	3 (9 %)

7

Izaicinājumi IKT jomā

Definējot IKT jomas pētniecības un inovāciju prioritātes, jāņem vērā, lai tās būtu vērstas ne tikai uz Latvijas iekšējo tirgu, bet arī uz Eiropas un globālo tirgu. Būtiski ir nākamajā periodā izvērtēt kā Latvija var piedalīties Eiropas tehnoloģiskās suverenitātes stiprināšanā, un kur tieši Latvijas IKT jomai ir kapacitāte šī ES mērķa sasniegšanā.

2014.-2018. gada periodā IKT jomai ir bijis ļoti labs sniegums eksportā, kur preču eksporta audzis par 40% un pakalpojumu eksports par 164%. Līdz ar to izaicinājums būs noturēt šo eksporta izaugsmi arī nākamajā periodā un reizē saglabājot produktivitātes izaugsmi.

Būtiski ir nepieciešams palielināt publiskā sektora pasūtījumu pētniecībai IKT jomā, it īpaši tajās tematiskajās nišās, kurās šobrīd ir nepietiekama publiskā sektora kapacitāte, salīdzinājumā ar privātā sektora interesi un aktivitātēm. Šādas intensitātes palielinājumam ir jānotiek nodrošinot ciešu sasaisti starp privātā un publiskā sektora P&A aktivitātēm, nodrošinot to savstarpējo papildinātību. Papildus, ir nepieciešami aktīvi pasākumi, kuri veicina IKT jomas studiju programmu stiprināšanu, it īpaši attiecībā uz studentu atbiruma mazināšanu pamata studiju programmās un lielākas nozīmes pievēršanu doktorantūrai (kurā līdzīgi kā pārējās RIS3 jomās ir ievērojami samazinājies doktora grādu ieguvēju skaits pēdējo gadu laikā).

Var secināt, ka IKT uzņēmējdarbības jomā joprojām ir vājš pieprasījums pēc darbiniekiem ar augstu zinātnisko un tehnoloģisko kvalifikāciju, 2016.gadā vien 0,7% no visiem nodarbinātajiem. Savukārt šāds scenārijs rada riskus uzņēmumu

spējai radīt un īstenot inovācijas projektus, kas rezultētos tehnoloģiski ietilpīgu, uz zināšanām balstītu, tirgū pieprasītu un eksportspējīgu risinājumu (produkti, tehnoloģijas, pakalpojumi) izstrādē un ieviešanā ražošanā.

Studiju programmu līmenī izaicinājums ir uzlabot doktora studiju programmu efektivitāti, kur šobrīd neskatoties uz daudzveidīgo studiju programmu piedāvājumu doktorantūras absolventu skaits ir neliels vidēji 27 absolventi gadā pēdējo 5 gadu laikā no 18 doktora studiju programmām. Pamata studiju līmenī lielākais izaicinājums ir nodrošināt pietiekamu absolventu skaitu, vismaz 3000 absolventu gadā, lai nodrošinātu gan cilvēkresursus industrijai eksporta mērķu sasniegšanā, gan potenciālos maģistrantus, doktorantus un pētniekus. Šķērslis šī mērķa sasniegšanā ir augstais studentu atbirums jau pirmajos studiju gados.

Vērtējot Latvijas IKT jomas pētniecības izcilību Eiropas pētniecības telpā diemžēl jāsecina, ka ar 2014.–2018. gada rezultātiem esam vienā no pēdējām vietām pēc publikāciju citējamības un publikāciju īpatsvara Q1 žurnālos un sadarbībā ar nozari ir tapušas vien 0,97% no visām IKT jomas publikācijām. Līdz ar to gan pētniecības izcilības attīstīšana, gan sadarbības ar nozari uzlabošana, IKT jomai būs nozīmīgs izaicinājums nākamajā periodā.

Latvijā IKT jomā pētniecības kompetence un kapacitāte ir koncentrēta šādās zinātniskajās institūcijās.

Elektronikas un datorzinātņu institūta pētniecības darbs tiek organizēts piecās laboratorijās: diskrētās signālu apstrādes laboratorijā, laika mērīšanas laboratorijā, stroboskopijas laboratorijā, iegulto sistēmu laboratorijā, kiber-fizikālo sistēmu laboratorijā. Pētniecības programmā 2016.–2021. gadam EDI norāda šādus prioritāros pētniecības virzienus: īpaši augstas izšķirtspējas notikumu laika mērīšana, transformēta laika signālu apstrāde, ultra platjoslas, super augstu frekvenču, ļoti augstu frekvenču sistēmas, video analīze drošām un viedām pilsētām, iegultas un kiberfizikālas sistēmas mobilitātei, biomedicīnas un biometrijas signālu un attēlu apstrāde, kompleksu signālu apstrāde industriālām tehnoloģijām, attālinātie mērījumi un kosmosa datu apstrāde, bezvadu sensoru tīklu aparatūras un programmatūras platformas izstrāde (bioekonomika, medicīna, vides monitorings u.c.).

Latvijas Lauksaimniecības universitātē pētniecība IKT jomā tiek īstenota Informācijas tehnoloģiju fakultātē un ir ar starpdisciplināru ievirzi. Pētniecības virzieni ir IT risinājumi, matemātiskās modelēšanas un statistikas pielietošana lauksaimniecības, vides zinātnēs un mežzinātnēs, starpkultūru informācijas sistēmu izstrāde un novērtēšana, sistēmbioloģija, metabolisko tīklu modelēšana un optimizācija, bioinformātika.

Latvijas Universitātē ir vairāki IKT jomas pētniecības centri – LU Datorikas fakultātē, LU Matemātikas un informātikas

institūts (LU MII), LU Cietvielu fizikas institūts (LU CFI).

LU Datorikas fakultātē darbojas “Kvantu datorzinātnes centrs” un “Uztveres un kognitīvo sistēmu laboratorija”, kā arī notiek pētniecības darbs datorlingvistikā, programmatūras rīku un metožu pētniecībā un attīstībā. Kvantu datorzinātnes centrā tiek pētīti kvantu algoritmi, kvantu komunikācija, kvantu informācijas teorija un kriptogrāfija.

LU MII pētniecības darbs notiek sešās laboratorijās: sistēmu modelēšanas un programmatūras tehnoloģiju laboratorijā, mākslīgā intelekta laboratorijā, reālā laika sistēmu laboratorijā, matemātisko tehnoloģiju laboratorijā, parasto diferenciālvienādojumu laboratorijā un akadēmiskā tīkla laboratorijā SigmaNet. Pētnieciskās darbības virzieni ir datorzinātņu matemātiskie pamati, sarežģītu sistēmu projektēšanas metodes un rīki, Grafu teorija un vizuālās informācijas apstrāde, semantiskā tīmekļa tehnoloģijas, mašīnmācīšanās un datorlingvistika, bioinformātika, reālā laika un autonomās sistēmas un augstas veiktspējas skaitļošanas infrastruktūra (HPC). Datorsistēmu drošības pētniecība notiek LU MII Informācijas tehnoloģiju drošības incidentu novēršanas institūcijā CERT.LV un tīkla risinājumu daļā NIC.

LU CFI pētniecība tieši IKT jomā ir funkcionālo materiālu elektronikā un fotonikas jomā, kur tiek pētīti materiāli gaismas izstarotājiem (emiteriem), materiāli sensoriem, materiāli fotonikas ierīcēm informācijas un komunikācijas tehnoloģijās, kā arī fotonikas un mikroelektronikas ierīču prototipēšana.

Rīgas Tehniskajā universitātē IKT jomas pētniecība notiek RTU Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultātē (RTU DITF) un RTU Elektronikas un telekomunikāciju fakultātē (RTU ETF). RTU DITF kā pētniecības virzieni ir noteikti visaptveroša intelektuālā skaitļošana evolucionējošiem digitālajiem uzņēmumiem, visaptveroša datu apstrāde (komunikācijas, skaitļošanas un pārvaldības) izklaidētās sarežģītās vidēs, visaptverošais intelekts viedo un autonomo sistēmu izstrādei un to integrācijai un matemātiskā modelēšana.

Savukārt RTU ETF pētniecības virzieni ir jaunākās paaudzes šķiedru optikas pārraides sistēmu un to elementu konstrukciju realizācija, kompleksā pieeja bezvadu sensoru tīklu mezglu autonomās darbības nodrošināšanai vides monitoringa jautājumos; mobilo sensoru tīklu pētījumi un to veiktspējas novērtēšana; optisko šķiedru sensoru un sensoru tīklu izstrāde un novērtējums; nākamās paaudzes mikroviļņu sakaru sistēmu (LTE, 5G) izstrāde, novērtējums un jauno radiofrekvenču diapazonu lietojamība, plānošana un optimizācija; globālās satelītu navigācijas sistēmu precizitātes pētījumi; telekomunikāciju tīklu un sistēmu matemātiskā modelēšana, to resursu un darbības optimizācijas uzdevumu risinājumi un mākslīgā intelekta metožu izpēte un lietošana tīklu vadības un pārvaldības uzdevumos.

RTU Zinātniskās skaitļošanas centrs – RTU HPC (*High Performance Computing*) – nodrošina piekļuvi modernai skaitļošanas infrastruktūrai, veido saikni ar Eiropas e-infrastruktūru un nodrošina zinātnisko programmatūru pieejamību pētniecībai un mācību procesam.

Transporta un sakaru institūtā IKT pētniecības virzieni ir viedās kiberfizikālās sistēmas, lietu internets, robotika,

kiberdrošība, lielle dati un datizrace, virtuālās realitātes tehnoloģiju lietojumi. Pētniecība tiek īstenota telekomunikāciju, elektronikas un robotu tehnikas centrā, lietišķo programmu sistēmu laboratorijā, multimediju sistēmu laboratorijā, materiālu un mašīnu mehānismu modelēšanas laboratorijā, attēlu apstrādes, biometrijas un automatizētās robežkontroles sistēmu laboratorijā.

Ventspils Augstskolā IKT jomas pētniecības darbs tiek veikts Ventspils Starptautiskajā radioastronomijas centrā (VSRC) un Viedo tehnoloģiju pētniecības centrā (VTPC). VSRC pētniecības virzieni ir augstas veiktspējas skaitļošana (*HPC*), satelītinženierija, modernas antenu tehnoloģijas, kiberfizikālās un iegūtās sistēmas, tālizpēte – specializēto metodoloģiju izstrāde tālizpētes datu pārveidošanai informācijas produktos, tālizpētes datu apstrādes metožu pētījumi, testēšana, programmatūras izstrāde. Savukārt VTPC pētījumu tēmas un virzieni ir signālu un attēlu apstrādes tehnoloģijas, IKT un elektronika pielietojamās zinātnēs, tādās kā e-veselība, viedās un valodu tehnoloģijas, video, televīzijas un multimediju pārraides tehnoloģiju kvalitātes pētījumi.

Vidzemes Augstskolas sociotehnisku sistēmu inženierijas institūtā tiek īstenoti šādi pētniecības apakšvirzieni IKT jomā: virtuālās realitātes tehnoloģijas un vizualizācija, e-studiju pārvaldība un tehnoloģijas, sociotehnisku sistēmu modelēšanas tehnoloģijas.

9.1. RIS3 IKT joma pēc NACE kodiem

Šajā pārskatā Latvijas RIS3 IKT joma tautsaimniecībā tiek noteikta atbilstoši starptautiskajai Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācijas (angl. – OECD) definīcijai, kura nosaka šādu ekonomisko darbības veidu (saskaņā ar NACE 2. red.) iekļaušanu:

- IKT ražošana (NACE klases: 26.11; 26.12; 26.20; 26.30; 26.40; 26.80);
- IKT pakalpojumu sniegšana;
- datorprogrammatūras tirāžēšana (NACE klases: 58.21; 58.29);

- telekomunikācijas (NACE klases: 61.10; 61.20; 61.30; 61.90);
- datorprogrammēšana, konsultēšana un ar to saistītas darbības (NACE klases: 62.01; 62.02; 62.03; 62.09);
- datu apstrāde, uzturēšana un ar to saistītas darbības, interneta portālu darbība (NACE klases: 63.11; 63.12).

RIS3 IKT jomā netiek iekļauta IKT vairumtirdzniecība (NACE klases: 46.51; 46.52) un datoru, to perifēro iekārtu un sakaru iekārtu remonts (NACE klases: 95.11; 95.12).

9.2. Tehnoloģiju gatavības līmeņi

TRL – technological readiness level – tehnoloģijas gatavības līmeņi ir šādi.

- *TRL 1 –* izzināti dabas likumi: zinātniskā pētījuma rezultāti ļauj uzsākt lietīšķās pētniecības un tehnoloģijas attīstības darbus.
- *TRL 2 –* formulēta tehnoloģijas praktiskā lietojuma koncepcija.
- *TRL 3 –* koncepcijas eksperimentālā pārbaude: uzsākta izpēte un izstrāde (analītiskie laboratorijas pētījumi), lai apstiprinātu prognozes par tehnoloģijas komponentēm.
- *TRL 4 –* tehnoloģijas validācija laboratorijas vidē: veikta galveno tehnoloģisko komponentu integrācija, lai pārbaudītu to kopdarbību laboratorijas vidē.
- *TRL 5 –* tehnoloģijas validācija mākslīgi radītā vidē: tehnoloģiskie komponenti ir integrēti ar samērā

reāliem atbalsta elementiem, lai tehnoloģiju var pārbaudīt mākslīgi radītā vidē.

- *TRL 6 –* tehnoloģijas demonstrācijā mākslīgi radītā vidē: sistēmas modelis vai prototips ir pārbaudīts mākslīgi radītā vidē.
- *TRL 7 –* sistēmas prototipa demonstrācija darbības vidē: sistēmas prototips, kas atbilst vai tikai minimāli atšķiras no plānotās sistēmas, ir pārbaudīts reālās darbības vidē.
- *TRL 8 –* sistēma ir pabeigta un pārbaudīta: ir pierādīts, ka tehnoloģija darbojas tās galīgajā formā un plānotajos apstākļos (pēdējais tehnoloģijas attīstības līmenis).
- *TRL 9 –* gatavā sistēma pārbaudīta tās darba vidē.

Pārskats izstrādāts ERAF projekta "Integrētie nacionālā līmeņa pasākumi Latvijas pētniecības un attīstības interešu pārstāvības stiprināšanai Eiropas pētniecības telpā", Nr. 1.1.1.5/17/I/002 ietvaros.



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