



Izglītības un zinātnes
ministrija



Studiju un zinātnes
administrācija

Valsts pētījumu programma
**“Kiberfizikālās sistēmas, ontoloģijas un
biofotonika drošai & viedai pilsētai un sabiedrībai”
(SOPHIS)**

**Pārskats par programmas izpildes gaitu.
1.05.2015-31.03.2016**



Saturs

ZINĀTNISKAIS PĀRSKATS PAR VALSTS PĒTĪJUMU PROGRAMMAS 2.POSMA IZPILDES GAITU	3
1. SADAĻA – INFORMĀCIJA PAR PROGRAMMAS IZPILDI.....	3
2. SADAĻA – INFORMĀCIJA PAR PROGRAMMAS PROJEKTIEM.....	12
2.1 KIBERFIZIKĀLO SISTĒMU TEHNOĻIJU ATTĪSTĪBA UN TO PIELIETOJUMI MEDICĪNĀ UN VIEDĀ TRANSPORTA JOMĀ	12
2.2. UZ ONTOĻIJĀM BALSTĪTAS TĪMEKĻA VIDEI PIELĀGOTAS ZINĀŠANU INŽENIERIJAS TEHNOĻIJAS	25
2.3. BIOFOTONIKA: ATTĒLOŠANA, DIAGNOSTIKA UN MONITORINGS.....	34
2.4. TEHNOĻIJAS DROŠAI UN UZTICAMAI GUDRAJAI PILSĒTAI	41

Zinātniskais pārskats par valsts pētījumu programmas 2.posma izpildes gaitu

1. sadaļa – Informācija par programmas izpildi

- 1.1. Programmas nosaukums: **Kiberfizikālās sistēmas, ontoloģijas un biofotonika drošai un viedai pilsētai un sabiedrībai (SOPHIS)**
- 1.2. Programmas nosaukuma saīsinājums: **VPP SOPHIS**, mājaslapa internetā: <http://sophis.edi.lv/>; <http://www.edi.lv/lv/projekti/vpp-projekti/vpp-sophis/>
- 1.3. Programmas vadītājs: **Dr.sc.comp. Modris Greitāns**
- 1.4. Kontaktpersona: **Dr.sc.comp. Modris Greitāns**, 67558155, modris_greitans@edi.lv
- 1.5. Pārskata periods: **2015. gada 1.majs līdz 2016. gada 31.martam.**

1.6. Programmas mērķis un tā izpilde

SOPHIS mērķis ir nākamās paaudzes IKT sistēmu attīstība, dodot ieguldījumu tautsaimniecības transformācijā uz produktiem ar augstu pievienoto vērtību, kā arī sabiedrībai nozīmīgu problēmu, kas saistītas ar digitālās plaiss mazināšanu, veselību, transportu, sabiedrības drošuma risināšanā. Izpilde organizēta četru projektu ietvaros:

1. „Kiberfizikālo sistēmu tehnoloģiju attīstība un to pielietojumi medicīnā un viedā transporta jomā”.
2. „Uz ontoloģijām balstītas tīmekļa videi pielāgotas zināšanu inženierijas tehnoloģijas”.
3. „Biofotonika: attēlošana, diagnostika un monitorings”.
4. „Tehnoloģijas drošai un uzticamai gudrajai pilsētai”.

Programmas izpildē piedalās starptautiski augsti novērtētas pētniecības grupas ar pieredzi VPP un starptautisku projektu izpildē no **EDI, LU DF, LU ASI, LU MIL, RTU DITF, RTU TI un RTU UPL**. Materiāltehniskais nodrošinājums balstās uz VNPC „IKSA centrs” modernizētā aprīkojuma izmantošanu. Tautsaimniecības sadarbības partneri pārstāv gala lietotājus, ražotājus un tehnoloģiju komercializētājus. SOPHIS stratēģiskās vadības padomē iekļauti atbilstošo jomu vadošie zinātnieki un industrijas pārstāvji.

Projektu aktivitātes satur atbilstošas jomas pētniecību, aprobāciju un tehnoloģiju pānesi, ieguldījumu izglītībā, rezultātu publicitāti un tehnoloģisko prognozēšanu.

Kā nozīmīgākos līdzšinējos programmas sasniegumus var minēt:

- efektīvas bezvadu sensoru un datu tīklu testgultnes attīstību;
- mobilu ķermeņa kustību monitorēšanas sistēmas izstrādi un tās aprobāciju dažādos rehabilitācijas uzdevumos;
- metodi ātru atbilžu iegūšanai (bez programmētāju starpniecības) dažādos griezumos no datiem, kas uzkrāti, piemēram, slimnīcu datu bāzēs,
- metodi semantikas iegūšanai no dabīgās valodas lieliem tekstu korpusiem;
- "dziļo" mākslīgo neironu tīklu apmācība un lietošana augstas veiktspējas datoros;
- uzlabotu tehnoloģiju ātrai datu pārraidei optiskos tīklos, izmantojot spektra sadalīšanu;
- izgatavotu ūdensapgādes sistēmas laboratorijas modelis piesārņojuma detektēšanas pētīšanai.

Šie sasniegumi parāda, ka attīstamās IKT sistēmas ir saistītas ar sabiedrībai nozīmīgu problēmu risināšanā, kas saistītas ar sabiedrības drošības risinājumu pilnveidošanu, zināšanu efektīvāku izmantošanu, veselības aizsardzības un transporta tehnoloģiju uzlabošanu, un ir vērstas uz potenciālu radīt jaunus inovatīvus produktus un pakalpojumus ar augstu pievienoto vērtību.

1.7. Kopsavilkums par programmas 1. un 2. posma izpildes gaitu

(Anotācijas veidā norāda pārskata periodā veiktās darbības un galvenos rezultātus. Raksturo problēmas un novērtē, kādā mērā ir sasniegti plānotie mērķi un uzdevumi. Raksturo turpmākā darba virzienus. Apjoms – ne vairāk kā divas lapas)

Pirmajos divos SOPHIS programmas posmos veiktie uzdevumi ir devuši ieguldījumi:

- pētnieciskās aktivitātes mērķu sasniegšanā, ko raksturo:
 - o 3 iesaiste pētnieciskos projektos,
 - o 11 eksperimentālo maketu radīšana,
 - o 2 programmatūras prototipi,
 - o 5 metodikas
- tehnoloģiju pārneses aktivitātes mērķu sasniegšanā, ko raksturo:
 - o 2 patenta pieteikumi,
 - o 6 aprobētas tehnoloģijas
- ieguldījuma izglītībā aktivitātes mērķu sasniegšanā, ko raksturo:
 - o 5 promocijas darbi,
 - o 16 maģistra darbi un
 - o 2 uzlaboti studiju kursi,
- Rezultātu izplatīšana un ilgtermiņa tehnoloģiskā prognozēšanas aktivitātē, ko raksturo
 - o Zinātniskas publikācijas
 - o Prezentācijas konferencēs un semināros
 - o Dalība izstādēs
 - o Organizēti publiski semināri
 - o Organizētas starptautiskas konferences
 - o Populārzinātniski raksti, pasākumi, informācija masu mēdijos

Detalizēta informācija par sasniegtiem rezultātiem katrā projektā ir dota tālākās šīs atskaites sadaļās, savukārt informācija par programmas zinātnisko darbību ir sniegta šīs atskaites pielikumos.

Programmas izpilde ir notikusi aktīvā sadarbībā ar tautsaimniecības partneriem, no kuriem īpaši atzīmējama ir sadarbība ar:

- Bērnu klīniskās universitātes slimnīcu (BKUS), kur aprobēta uz kontrolēto dabīgo valodu balstīta ātro vaicājumu valoda;
- SIA LETA, kur aprobēta jauna efektīva semantikas izgūšanas metode;
- Logitrans Consult OU (Igaunija), Tieto Latvija un Tartu universitāti paralēla starptautiska projekta ietvaros, iegūstot sinerģiju starp pētījumiem;
- SIA Euroleds, kur izmantoti 3D informācijas segmentēšanas algoritmi,
- SIA Pest Baltic, kur izmantoti bezvadu sensoru tīklu un nelielu objektu detektēšanas algoritmi.

Kā nozīmīgs sasniegumi, kas panākti pateicoties programmas izpildei, ir jāmin arī uz 2.projekta ietvaros iegūto rezultātu pamata kopā ar SIA „LETA” sagatavotais un konkursā vinnētais Eiropas Horizon-2020 ICT-16-2015 „Big data – research” projekts SUMMA (Nr. 688139) par kopējo summu 9.85MEUR, no kuriem Latvija saņems 1.16MEUR.

Galvenās pirmo divu posmu problēmas ir saistītas ar līgumu par to izpildi noslēgšanu par attiecīgi pieciem un septiņiem mēnešiem vēlāk par plānoto uzsākšanas datumu. Līdz ar to darbu izpildes ritmu bija nepieciešams koriģēt, kas daļēji atstāja iespaidu uz rezultātu savlaicīgu sasniegšanu. Papildus tam traucējošu iespaidu radīja finansējuma samazinājums par apmēram 15% no paredzētās summas otrā posma izpildei. Līdz ar to nācās atbrīvot daļu no programmas izpildītājiem, citiem koriģēt slodzi, citi nestabilās situācijas dēļ paši iesniedza iesniegumus par darba tiesisko attiecību pārtraukšanu, tajā skaitā vairāki doktoranti un jaunie zinātnieki.

Neskatoties uz minētām problēmām, programmas rezultātu sasniegšana kopumā ir atbilstoša plānotam, ņemot vērā samazināto saņemto finansējumu.

Nākamajos posmos paredzēts turpināt visas iesāktās aktivitātes, lielāku akcentu liekot uz prototipu izveidi un gatavošanos tehnoloģiju aprobācijai un pārnesei. Paredzētais apmēram 25% finansējuma samazinājums rada kārtējās grūtības nodrošināt plānoto programmas izpildes ritmu.

1.8. Programmas 1. un 2. posma rezultatīvie rādītāji un to izpilde

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti					
	plānots	sasniegts				
	2014.–					
	2017. g.	kopā	1.posms	2.posms	3.posms	4.posms
Zinātniskie rezultatīvie rādītāji						
1. Zinātnisko publikāciju skaits:	80	44	17	27		
oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS) (SNIP > 1) skaits	17	1	0	1		
Oriģinālo zinātnisko rakstu IEEEExplore, ACM DL, SCOPUS, Web of science datubāzēs iekļautos izdevumos skaits	63	35	13	22		
recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits	1	0	0	0		
Citu oriģinālo zinātnisko rakstu skaits	-	9	4	5		
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:						
promocijas darbu skaits	22	5	1	4		
maģistra darbu skaits	52	16	8	8		
3. Uzlaboto studiju kursu skaits	13	2	0	2		
4. Pētniecība						
4.1 programmātūras prototipi	12	2	1	1		
4.2 Metodikas apraksti	15	5	5	0		
4.3 Maketi, prototipi, tehnoloģijas	21	11	5	6		
4.4 iesaiste starptautiskajos projektos	6	3	1	2		
Programmas popularizēšanas rezultatīvie rādītāji						
1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:						
Prezentācijas starptautiskās konferences	50	28	13	15		
Prezentācijas starptautiskos semināros	4	1	0	1		
rīkoti semināri	25	13	5	8		

populārzinātniskas publikācijas, pasākumi, informācija masu mēdijās	15	24	1	23		
izstādes	4	2	2	0		
rīkotas starptautiskas konferences	2	1	0	1		
2. Preses relīzes	0	5	2	3		
3. Ilgtermiņa tehnoloģiskā prognoze programmas ietvaros attīstītajiem zinātniskajiem un tehnoloģiskajiem virzieniem	4	0	0	0		
Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji						
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:						
1.1. privātā sektora līdzfinansējums programmā iekļauto projektu īstenošanai	10000	0	0	0		
1.2. ieņēmumi no programmas ietvaros radītā intelektuālā īpašuma komercializēšanas (rūpnieciskā īpašuma tiesību atsavināšana, licencēšana, izņēmuma tiesību vai lietošanas tiesību piešķiršana par atlīdzību)						
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātnības	435000	1431545.98	232802.58	1198743.40		
1.4 Zinātnisko institūciju līdzfinansējums no pašu līdzekļiem programmas izpildei (EUR):	368300	119131.76	22402	96729.76		
2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto patentu vai augu šķirņu skaits:	12	2	1	1		
Latvijas teritorijā	10	2	1	1		
ārpus Latvijas	2	0	0	0		
3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobēti uzņēmumos	15	6	1	5		
4. Ieviešanai nodoto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)	3	0	0	0		
5. Izveidots jauns (spin-off) uzņēmums	1	0	0	0		
6. Zinātnisko institūciju ieņēmumi no sinerģiskiem pētniecības projektiem (EUR)	4200000	108702.96	0	108702.96		

1.9. Programmas īstenošanas analīze

Stiprās puses	Vājās puses
1. Spēcīgs izpildītāju konsorcijs, kurā apvienojušās Latvijā starptautiski visaugstāk novērtētās datorzinātnes un elektronikas un telekomunikāciju inženierzinātņu jomas zinātniskās institūcijas. 2. Plānoto pētniecisko darbību cieša sasaiste ar Apvārsnis 2020 darba programmām un uzsaukumu tematikām. 3. Izpildītāju tieši atbilstošā kompetence un līdzšinējā pieredze uzdevumos izvirzīto problēmu risināšanai. 4. Dalība un partnerība Valsts nozīmes pētniecības centrā (VNPC) „Informācijas, komunikāciju un signālapstrādes tehnoloģiju valsts nozīmes pētniecības centra izveide (IKSA centrs)” ietvaros, kur notikusi ievērojama pētniecības infrastruktūras modernizācija, kas arī vēl turpinās. 3. Izpildītāju pieredze iepriekšējo periodu IKT jomas VPP izpildē un vadīšanā. 4. Starpdisciplinārs kolektīvs, kas nedublējoties apvieno datorzinātnes, informācijas tehnoloģijas, elektronikas, signālu un attēlu apstrādes, telekomunikāciju, biofotonikas, fizikas un matemātikas jomu speciālistus. 5. Pētnieku grupās apvienoti pieredzējuši, starptautiski atzīti pētnieki ar talantīgiem jauniešiem zinātniekiem un doktorantiem. 6. Vienotā programmā efektīvi pārklāti visu programmai „Nākamās paaudzes informācijas un komunikāciju tehnoloģiju sistēmas” noteikto 11 uzdevumu risinājumi. 7. Izpildītāju pieredze gan teorētisko un lietišķo pētījumu veikšanā, par ko liecina virkne starptautisku publikāciju, gan arī tehnoloģiju pārnese, par ko liecina iepriekšējā perioda VPP radīto tehnoloģiju aprobācija tautsaimniecībā, to licenzēšana un jaunu uzņēmumu veidošana. 8. Spēcīga programmas Stratēģiskās vadības padome, kurā iekļauti starptautiski atpazīstami un projektu vadībā pieredzējuši projektu vadītāji, kā arī starptautiski atzīti zinātnieki, kas komplementāri pārstāv programmas pētniecības virzienus (KFS, zināšanu pārvaldība, bioinformātika, viedās tehnoloģijas) un Latvijas vadošie industrijas	1. Salīdzinoši nelielais maksimāli plānojamais finansējums. 2. Programmai noteikto uzdevumu lielās dažādības dēļ nav iespējama resursu koncentrēšana neliela skaita problēmu risināšanai.

pārstāvji ar pieredzi inovatīvu uzņēmumu veidošanā, jaunu produktu/pakalpojumu ieviešanā, tehnoloģiju pārnēsē un komercializēšanā.	
---	--

Iespējas	Draudi
1. Sinerģija ar Apvārsnis 2020 plānotiem uzsaukumiem dod iespēju SOPHIS iegūto kompetenci izmantot un pētījumu tematiku padziļināt Apvārsnis projektu konsorcijs. 2. Divu lielāko atbilstošo jomu universitāšu dalība konsorcijs, dod plašas iespējas piesaistīt uzdevumu izpildei studentus, dot tiem iespēju izstrādāt savus akadēmiskos un kvalifikācijas darbus, kā arī mācību procesā iekļaut jaunākos pētījumu rezultātus. 3. Iegūstamās zināšanas un plānotie tehnoloģiju demonstrējumi dod iespēju ar savu kompetenci ieinteresēt industrijas, valsts un pašvaldību organizācijas un slēgt līgumus par tām nepieciešamo līgumpētījumu veikšanu, vienlaicīgi stiprinot programmas izpildi. 4. Izpildītāju partnerība VNPC „IKSA centrs” dod iespēju efektīvi izmantot modernizētu pētījumu aprīkojumu, kā arī, ņemot vērā, ka modernizācija vēl norit, dod iespēju nepieciešamības gadījumā atbilstoši koriģēt notiekošos iepirkumus.	1. Apstiprinot programmu tiek samazināts finansējums, kas draud ar „kritiskās masas” zaudēšanu atsevišķu darbu izpildei, samazinātu komandējumu skaitu dalībai konferencēs, nepietiekamu eksperimentālo materiālu iepirkšanu, un līdz ar to draud ar rezultātu pielietojamības tautsaimniecībai samazināšanos. 2. Augsti kvalificētu un talantīgu jauno zinātnieku „aizplūšana” uz Apvārsnis2020 projektiem, jo tajos ir pieejami lielāki finansu resursi. 3. Speciālistu „aizplūšana” uz industrijas uzņēmumiem un ārvalstu pētniecības institūcijām. 4. Maģistrantu trūkums turpmākajos VPP izpildes gados, kas saistīts ar demogrāfisko situāciju valstī un studentu pilna laika slodzi uzņēmumos un organizācijās.

1.10. Identificēto risku samazināšanas vai novēršanas pasākumi

Pēc programmas pieteicēju ieskatiem, īpaši būtisku risku, kuru dēļ varētu tikt apdraudēta programmas īstenošana, nepastāv. Programmas īstenošana ietver darbu pie četriem savstarpēji saistītiem projektiem, tomēr tie ir plānoti tā, lai to ietekme vienam uz otru nebūtu tik liela, ka iespējami sarežģījumi vai izpildes aizkavēšanās kādā no projektā spētu radīt šķēršļus citu projektu vai visas programmas sekmīgai realizācijai.

Detalizēts risku novēršanas vai to ietekmes samazināšanas plāns:

Riski	Apraksts	Riska līmenis / Ietekmes līmenis	Pasākumu plāns riska novēršanai vai samazināšanai
Finanšu riski	1. Nepietiekams finansējums programmas nākamo gadu īstenošanai 2. Neparedzēts materiāltehniskā nodrošinājuma izmaksu sadārdzinājums	1. Augsts / vidējs 2. Zems / vidējs	1. Tiks pārplānoti SOPHIS pasākumi un aktivitātes, koriģēti sasniedzamie rezultāti; 2. tiks pārdalīti līdzekļi starp aktivitātēm;
Īstenošanas riski	1. Neizdodas ar iegūto kompetenci piesaistīt sinerģiskus Apvārsnis 2020 un privātā sektora	1. Vidējs / vidējs	1. Tiks aktivizēta programmas rezultātu popularizēšana noteiktās mērķa grupās.

	līgumpētījumu līdzekļus. 2. Radāmo tehnoloģiju mērķi tiek sasniegti citur pasaulē pirms mums 3. Projektu izpildes termiņu kavēšanās dēļ aizkavētas līgumu slēgšanas, iepirkuma procedūrām, darba organizācijas. 4. Neizdodas sasniegt plānotās kvalitātes rezultātus	2. vidējs / vidējs 3. Zems / vidējs 4. Vidējs / vidējs	2. Uzdevumi tiek pārplānoti ietverot tajos jaunākos pasaules sasniegumus 3. Izpildītāji uzsāk izpildi ar savu priekšfinansējumu, nepārtraukta sekošana līdz izpildes šķēršļiem, to izvērtēšana Stratēģiskās vadības padomē, darbu pārplānošana. 4. Cēloņu izvērtēšana, atsevišķu dalībnieku maiņa, konsultācijas Stratēģiskās vadības grupā, darbību pārplānošana.
Cilvēkresursu riski	1. Projektā iesaistīto augsti kvalificēto speciālistu aizplūšana 2. Jauno speciālistu nepietiekama motivēšana, nespēja piesaistīt talantīgākos doktorantūras un maģistrantūras studentus.	1. Vidējs / vidējs 2. Vidējs / zems	1. Ir paredzēta neliela kritiski svarīgāko kompetenču pārklāšanās, tiks meklētas iespējas zinātnieku piesaistei no SOPHOS neiesaistīto grupu vides. 2. Jaunajiem pētniekiem tiks radīta vide izaugsmei, uzticēti motivējoši pienākumi, kā arī piedāvāta iesaiste sinerģiskos projektos, lai nodrošinātu augstu darba samaksu. Tiks izmantotas izpildītāju, kas ir universitātēs, iespējas sadarbībā ar studentiem uzsākt agrā studiju stadijā.
Vadības riski	Projekta grupu nespēja sadarboties	Zems / vidējs	Tiks organizēti kopēji darba semināri, vadības apspriedes u.c. pasākumi, tiks veikta nesaskaņu cēloņu analīze, riska varbūtība zema, jo daudzi no izpildītājiem jau ir piedalījušies iepriekšējo Valsts pētījumu programmu izpildē.
Juridiskie riski	1. Izmaiņas normatīvajos aktos.	1. Zems / vidējs	1. Tiks veikta pārraudzība par programmas ieviešanai saistošo normatīvo aktu izmaiņām un nepieciešamības gadījumā veiktas atbilstošas

	2. Līgumsaistību ievērošana.	2. Zems / vidējs	izmaiņas aktivitātēs. 2. Tiks patstāvīgi kontrolēta līgumsaistību izpilde.
Rezultātu ieviešanas risks	Nepietiekams pieprasījums pēc radāmiem jauno produktiem / tehnoloģijām.	Zems /vidējs	Tiks aktualizēta informācija par atbilstošiem „tirgus spēlētājiem” un to vajadzībām.

1.11. Programmas kopējais plānotais finansējums (euro) 2 250 000 EUR

1.12. Programmā apgūtais finansējums (euro)

		1. posms	2. posms	3. posms	4. posms
1000–9000*	IZDEVUMI – KOPĀ	433677.00	516609.7**		
1000	Atlīdzība	278264.3	440230.31**		
2000	Preces un pakalpojumi (2100+2200)	85258.76	59466.39**		
2100	Mācību, darba un dienesta komandējumi, dienesta, darba braucieni	31718.84	15016.89**		
2200	Pakalpojumi	53326.92	51086.5**		
5000	Pamatkapitāla veidošana	19972.91	15**		

* Minētie skaitļi ir budžeta finansēšanas klasifikācijas kodi.

** Precīza summa būs zināma pēc 2. posma pagarinājuma beigām.

Programmas vadītājs _____
(paraksts)

Modris Greitāns
(vārds, uzvārds)

04.2016.g.
(datums)

2. sadaļa – Informācija par programmas projektiem

2.1 Kiberfizikālo sistēmu tehnoloģiju attīstība un to pielietojumi medicīnā un viedā transporta jomā

2.1.1. Projekts Nr. 1
nosaukums

**Kiberfizikālo sistēmu tehnoloģiju attīstība un to
pielietojumi medicīnā un viedā transporta jomā**

projekta vadītājs:

vārds, uzvārds,

zinātniskais grāds

zinātniskā institūcija

amats

kontakti

Leo Selāvo

PhD, Dr.sc.comp.

Elektronikas un datorzinātņu institūts,
Latvijas Universitāte

Kiberfizikālo sistēmu laboratorijas vadītājs, vadošais
pētnieks,
LU profesors,

Tālrunis

67558168

E-pasts

leo.selavo@edi.lv

2.1.2. Projekta Nr. 1 mērķi

(Norāda projekta mērķi (saskaņā ar apstiprināto projekta pieteikumu un līgumu) un informāciju par mērķa sasniegšanu/izpildi)

Projekta vispārējais mērķis ir attīstīt kiberfizikālo sistēmu (KFS) risinājumus un rīkus, lai padarītu tos pielietojamus un pieejamus plašam lietotāju lokam un sabiedrībai kopumā medicīnas, viedo transporta sistēmu un citu sabiedrībai svarīgu problēmu risināšanā, tādējādi veicinot tautsaimniecībā konkurētspējīgu inovatīvu KFS balstītu produktu izgatavošanu.

KFS apvieno komponentes, kas ir spējīgas savstarpēji komunicēt, apjaust apkārtējo vidi, izvērtēt situāciju, pieņemt lēmumus un (vēlams pozitīvi) ietekmēt fizisko vidi. Sistēmas aspekti paredz saskaņotu un sinerģisku komponentu darbību gan augstā gan zemā līmenī. Šim nolūkam tiek izmantoti sensoru tīkli, iegultās sistēmas, datoru skaitļotāji, komunikāciju sistēmas un kontroles teorija. Lai, saskaņā ar projekta mērķi, attīstītu šīs KFS komponentes, projekts paredz veikt pētniecību, analizēt un pārbaudīt rezultātus un veiktspēju gan analītiski, gan empīriski, izstrādājot prototipus un testējot tos reālas pasaules problēmu vidēs.

Īstenojot šo mērķi paredzēts veidot jaunus un konkurētspējīgus risinājumus fizikālās un virtuālās pasaules integrēšanai kiberfizikālās sistēmās attīstot konkurētspējīgas viedo sensoru un to tīklu inovatīvas aparatūras un programmatūras platformas un to lietojumus mūsdienu informācijas, lietu un cilvēku tīmekļa vidē, dodot ieguldījumu tautsaimniecības transformācijā uz produktiem ar augstu pievienoto vērtību un mazinot digitālo plaisu, ļaujot ikdienas lietotājiem ērtāk un efektīvāk lietot kiberfizikālās sistēmas.

Šajā ietvarā, saskaņā ar Valsts pētījumu programmas nolikumā programmai 2.2. "Nākamās paaudzes informācijas un komunikāciju tehnoloģiju sistēmas" izvirzītajiem 1., 3. un 4. uzdevumiem, projektam izvēlēti konkrēti darbības virzieni, kuriem definēti konkrēti mērķi:

1. Atvieglot KFS izgatavošanu, programmēšanu un lietošanu, tādējādi veicinot tautsaimniecībā konkurētspējīgu inovatīvu KFS balstītu produktu izgatavošanu, gan arī atvieglot to ikdienas lietošanu, tādējādi mazinot digitālo plaisu;
2. Uzlabot medicīnas pakalpojumu kvalitāti un sniegšanas ērtību, atļaujot efektīvāku profilaksi, laicīgāku diagnostiku un veiksmīgāku ārstēšanu un rehabilitāciju balstoties

uz inovatīviem risinājumiem gan klātienē, gan attālināti telemedicīnā;

3. Uzlabot ceļu satiksmes drošību un transporta līdzekļu izmantošanas ērtumu pielietojot viedo transporta sistēmu tehnoloģijas;

Šo mērķu īstenošanā tiks nodrošināta spēcīga saikne starp fizisko pasauli, viedo sensoru savāktajiem datiem, šo datu apstrādi un interpretēšanu, kā arī atgriezeniskās saites sniegšanu atpakaļ fiziskajā pasaulē. Īpaša uzmanība tiks pievērsta tautsaimniecības pielietojumu efektivitātes un funkcionalitātes uzlabošanai, drošā un autonomā veidā, kā arī ērtai KFS lietošanai un uz tām balstītu inovatīvu sistēmu ražošanai.

Projekta pirmā posma laikā šo mērķu īstenošanai ir veiktas pirmās iestrādes, lai nodrošinātu spēcīgu saikni starp fizisko pasauli, viedo sensoru savāktajiem datiem, šo datu apstrādi un interpretēšanu, kā arī atgriezeniskās saites sniegšanu atpakaļ fiziskajā pasaulē, tādējādi atvieglojot KFS izstrādi un lietošanu un uz tām balstītu inovatīvu sistēmu ražošanu, kas ļaus mazināt digitālo plaisu. Īpaša uzmanība šo mērķu īstenošanā tiek pievērsta tautsaimniecības pielietojumu efektivitātes un funkcionalitātes uzlabošanai, drošā un autonomā veidā, piemēram, iestrādes inovatīvās biomedicīnas sistēmās nākotnē ļaus veikt laicīgāku diagnostiku, efektīvāku profilaksi un veiksmīgāku rehabilitāciju un ārstēšanu, gan klātienē, gan attālinātā medicīnā, bet iestrādes viedo transporta tehnoloģiju jomā nākotnē ļaus uzlabot ceļu satiksmes drošību un transporta līdzekļu lietošanas ērtumu.

Projekta otrā posma laikā šo mērķu sasniegšanai ir veikta padziļināta izstrāde pirmajā posmā iesāktajos virzienos, integrējot iegūtos rezultātus maketos, testējot tos, kā arī popularizējot sasniegtos rezultātus, gan publicējot tos zinātniskos un populārzinātniskos izdevumos, gan arī prezentējot šos sasniegumus konferencēs un citos pasākumos. Paralēli šim darbam turpinās tehnoloģiju attīstība, kā arī jaunu risinājumu un to pielietojumu izpēti visos trijos konkrēto mērķu virzienos. Ir veiktas pirmās iestrādes prototipu izveidei, un meklēti ceļi to aprobācijai nākamajos projekta posmos. Daži no projekta rezultātiem jau ir kalpojuši par pamatu līgumpētījumiem sniedzot ieguldījumu tautsaimniecības transformācijā un snieguši pienesumu jaunu projektu piesaistei.

2.1.3. Projekta Nr. 1 uzdevumi

(Norāda projekta pārskata periodā plānotās darbības un galvenos rezultātus. Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz divas A4 lapas)

Darba uzdevumi	Galvenie rezultāti
1. Viedo sensoru un to tīklu inovatīvas aparatūras un programmatūras platformas kiberfizikālo sistēmu attīstība: 1.1. pirmā posmā 1.1.1. modulāra platformas iegulto sistēmu prototipēšanai, profilēšanai, atklūdošanai un novērtēšanai maketa izveide; 1.1.2. Bezvadu sensoru tīklu testgultnes attīstība. 1.2 otrā posmā 1.2.1 modulāras platformas iegulto sistēmu prototipēšanai, profilēšanai, atklūdošanai un novērtēšanai maketu sistēmas kopdarbības izveide testēšana, eksperimentālo datu ievākšana un analīze; 1.2.2. modulāras platformas maketu sistēmas integrācija bezvadu sensoru testgultnē un tās darbības analīze	Plānots: Eksperimentāls makets; Sasniegts: Izveidots EDI testa gultnes adaptera eksperimentālais makets (1. pielikums, Nodaļa 1.2.4.5) Plānots: Izstrādāta sistēmas koncepcija; Sasniegts: Radīta testa gultnes arhitektūras koncepcija (1. pielikums, Nodaļa 1.2.4.1.) Papildus: Iesniegta un publicēta viena publikācija ("EDI WSN TestBed: Multifunctional, 3D Wireless Sensor Network Testbed") Plānots: Sistēmas prototips, programmatūras komplekts Sasniegts: Izveidots modulārās iegulto sistēmu prototipēšanas, profilēšanas, atklūdošanas un novērtēšanas sistēmas prototips, kā arī atbalstošās programmatūras komplekts (1. pielikums, Nodaļa 1.2.4) Plānots: Validēta sistēmas koncepcija Sasniegts: Validēta sistēmas koncepcija integrējot modulārās platformas prototipu sistēmu bezvadu sensoru testgultnē un analizējot tās darbību. (1. pielikums, Nodaļa 1.2.5)
2. Izpētīt un izstrādāt kiberfizikālo sistēmu medicīnas un telemedicīnas lietojumiem konceptu: 2.1. pirmā posmā 2.1.1. Viedā apģērba platformas izveide (aparatūras, arhitektūras un programmatūras) ērti lietojamu valkājamu sensoru tīklu radīšanai; 2.1.2. Datu reģistrācijas un analīzes pieeju izveide medicīnas kiberfizikālajās sistēmās. 2.2. otrā posmā 2.2.1. Ķemeņa sensoru tīkla pielietojumi medicīnā – virtuālā fizioterapija;	Plānots: Zinātniskā starpatskaite Sasniegts: Uzrakstīta zinātniskā starpatskaite (1. pielikums, Nodaļa 1.3) Papildus: Izveidoti 2 eksperimentāli maketi (galvas pozīcijas sensors (1. pielikums, Nodaļa 1.3.4.1) un ceļa locītavas sensors rehabilitācijai (1. pielikums, Nodaļa 1.3.4.4). Sagatavota un publicēta viena publikācija, kas indeksētas SCOPUS datubāzē. ("Shape sensing based on acceleration and magnetic sensor system") Prezentēta viena konferenču tēze Plānots: Publikāciju sagatavošana Sasniegts: Sagatavota un publicēta viena žurnāla publikācija (SCOPUS, SNIP>1) ("Acceleration and Magnetic Sensor Network for Shape

2.2.2. Sirdsdarbības datu reģistrācijas un analīzes maketa izveide medicīnas kiberfizikālajām sistēmām.	Sensing"), kā arī viena publikācija (SCOPUS) ("Smart textiles for wearable sensor networks: review and early lessons") Plānots: Maketa izveide Sasniegts: Izveidoti divi maketi - sistēmai, kas aptver ķermeņa un galvas pozīcijas monitoringu (1. pielikums, Nodaļa 1.3.4.3) un sirdsdarbības datu reģistrācijas un analīzes sistēmai (1. pielikums, Nodaļa 1.3.3.5)
3. Viedo sensoru pielietojumus viedās transporta sistēmās: 3.1.pirmā posmā: 3.1.1. Dažāda veida un dimensiju datu par transporta apkārtējo vidi ieguves paņēmieni izpēte. 3.1.2. Viedo transporta sistēmu komunikācijas metodes sadarbībai gan starp atsevišķiem transporta līdzekļiem, gan starp transporta līdzekļiem un specifisku ceļu infrastruktūru; 3.2. Otrā posmā: 3.2.1. Vadītāja redzes loka paplašināšana izstrādājot 3D un 2D attēlu veidošanas un apstrādes metodes apkārtējās vides monitoringam, interpretēšanai un reaģēšanai; 3.2.2.Viedo transporta sistēmu komunikācijas metožu sadarbībai gan starp atsevišķiem transporta līdzekļiem, gan starp transporta līdzekļiem un specifisku ceļu infrastruktūru attīstība;	Plānots: Publikācijas sagatavošana Sasniegts: Sagatavota un publicēta publikācija, kas indeksēta SCOPUS datubāzē ("RGB-D-T based Face Recognition") Plānots: Zinātniska starpatskaite Sasniegts: Uzrakstīta zinātniskā starpatskaite (1. pielikums, Nodala 1.4) Papildus: Sagatavotas un publicētas vēl trīs publikācijas, no kurām vēl divas indeksētas SCOPUS ("Face recognition system on Raspberry Pi", "A Realistic Evaluation and Comparison of Indoor Location Technologies: Experiences and Lessons Learned" un "Development of 802.11p Testbed – Experiences") datubāzē. Prezentēta viena konferenču tēze. Plānots: Publikāciju sagatavošana Sasniegts: Sagatavota un publicēta publikācija, kas indeksēta SCOPUS datubāzē ("Complex matched filter for line detection")

2.1.4. Projekta Nr. 1 izvirzīto uzdevumu izpildes rezultāti

(Novērtē, kādā mērā ir sasniegti plānotie mērķi un uzdevumi. Raksturo rezultātu zinātnisko un praktisko nozīmību, kā arī rezultātu praktisko lietojumu (lietišķiem pētījumiem). Raksturo problēmas, to iespējamās risinājumus, turpmākā darba virzienus. Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz četras A4 lapas)

Projekta izvirzīto uzdevumu pētnieciskās aktivitātes un to rezultāti sīkāk izklāstīti zinātniskās atskaites pielikuma dokumentā (1. pielikums).

Atbilstoši šajā projektā izvirzītajiem mērķiem, un šī dokumenta 2.1.2. sadaļā minētajiem konkrētajiem mērķiem, darbs pie to īstenošanas šajā projektā ir sadalīts trīs galvenajās grupās:

1. **TestBed** (1. pielikums, Nodaļa 1.2) – šī grupa strādā pie KFS izgatavošanas, programmēšanas un lietošanas atvieglošanas mērķa sasniegšanas, attīstot viedo sensoru un to tīklu inovatīvas aparatūras un programmatūras platformas kiberfizikālās sistēmas;
2. **MedWear** (1. pielikums, Nodaļa 1.3) – šī grupa strādā pie medicīnas pakalpojumu kvalitātes un sniegšanas ērtības uzlabošanas mērķa sasniegšanas, izstrādājot KFS medicīnas un telemedicīnas pielietojumiem un attīstot valkājamo sensoru tīklu tehnoloģijas;
3. **SmartCar** (1. pielikums, Nodaļa 1.4) – šī grupa strādā pie ceļu satiksmes drošības un transporta līdzekļu izmantošanas ērtuma uzlabošanas mērķa sasniegšanas, attīstot viedo sensoru pielietojumus viedajās transporta sistēmās, kā arī veidojot un testējot progresīvas autovadītāja atbalsta sistēmas (ADAS);

Katrā no šīm grupām projekta plānotie mērķi un uzdevumi ir sasniegti, kā aprakstīts 1. pielikumā, izvēloties konkrētus uzdevumus, katrā no minētajām sadaļām un koncentrējoties uz to izpildi, tādējādi efektīvi pielotojot projekta limitētos resursus šo mērķu sasniegšanai.

Zemāk īsumā aprakstīti sasniegtie rezultāti katrā no šīm grupām, kā arī šo rezultātu zinātniskā un praktiskā nozīmība, lietojums, un turpmākās risināmās problēmas:

TestBed:

Pirmajā posmā izstrādāts eksperimentāls makets modulārai platformai iegulto sistēmu prototipēšanai, profilēšanai un atklūdošanai, izstrādāta vispārēja testa vides sistēmas koncepcija un publicēta viena zinātniskā publikācija.

Otrajā posmā izstrādāts modulārās iegulto sistēmu prototipēšanas, profilēšanas, atklūdošanas un novērtēšanas sistēmas prototips, kā arī atbalstošās programmatūras komplekts un validēta sistēmas koncepcija integrējot šo prototipu bezvadu sensoru testgultnē un analizējot tās darbību.

Rezultātu zinātniskā nozīmība: Izstrādātas jauna veida tehnoloģijas sensoru tīklu testēšanas un izstrādes jomās, kas papildus arī veicina turpmāku zinātnisku sasniegumu veikšanu šajā jomā atvieglojot inovatīvu sensoru tīklu izstrādi un testēšanu, un publicēti nozīmīgākie rezultāti.

Rezultātu praktiskā nozīmība un lietojumi: Sasniegtais veicina zinātnietilpīgu, uz sensoru tīkliem balstītu tehnoloģiju ātrāku ieviešanu tirgū, paātrinot to izstrādes ciklu un atvieglojot testēšanu.

Turpmākā darba virzieni un risināmās problēmas: Turpmākajos posmos ir jāatrisina modulārās testēšanas platformas kalibrācijas problēmas, nodrošinot, lai visu iekārtu sniegtie rezultāti būtu salīdzināmi, kā arī jāturpina attīstīt platformu, pilnveidojot lietotājiem ērtu platformas saskarni un strādājot pie vienkāršu bezvadu sensoru tīklu programmēšanas un testēšanas rīku attīstības.

MedWear:

Pirmajā posmā pētījumu rezultātā izstrādāti divi eksperimentālie maketi (galvas pozīcijas sensors un sensors ceļa rehabilitācijai) un publicēta viena zinātniskā publikācija, kas indeksēta SCOPUS datubāzē, kā arī apzinātas risināmās problēmas veselības jomā, tai skaitā konsultējoties ar Latvijas vadošo veselības ārstniecisko iestāžu ārstiem.

Otrajā posmā turpināts darbs pie uzsāktā virzienu pētniecības, kā arī izstrādāti vēl divi eksperimentālie maketi (sistēma ķermeņa un galvas pozīcijas monitoringam, kā arī sistēma sirdsdarbības datu reģistrācijai un analīzei). Sasniegtie rezultāti publicēti vienā zinātniskā

publikācijā, kas indeksēta SCOPUS, kā arī vienā zinātniskā žurnāla rakstā, kas indeksēts SCOPUS (SNIP>1). Tāpat sasniegtie rezultāti ir noveduši pie līgumpētījumiem šajā jomā.

Rezultātu zinātniskā nozīmība: Izstrādātas jauna veida medicīnas datu ieguves metodes un iekārtas uz kuru bāzes var veidot jaunus medicīniska rakstura pētījumus, kā arī publicēti nozīmīgākie rezultāti.

Rezultātu praktiskā nozīmība un lietojumi: Valkājamās sensoru platformas sniedz ieguldījumu rehabilitācijas nozarē un telemedicīnā samazinot laiku, ko pacients pavada ceļā pie speciālista un ietaupot speciālista laiku, kas veltīts pacienta monitorēšanai, ļaujot vienam speciālistam kvalitatīvi apkalpot vairāk pacientus, tajā pašā laikā arī uzlabojot pakalpojuma kvalitāti iegūstot regulārus mērījumus uz kā balstīt ārstēšanu un sniegt atgriezenisko saiti pacientam.

Turpmākā darba virzieni un risināmās problēmas: turpināt attīstīt valkājamo sensoru platformu un tās pielietojumus telemedicīnā un rehabilitācijā, risinot problēmas ar optimālu sensoru izvietojumu un iestrādi apģērbā.

SmartCar:

Pirmajā posmā veikta progresīvo autovadītāja atbalsta sistēmu (ADAS) izpēte, kā arī pētījumi signālu un attēlu apstrādē, kas pielietojami auto ārējās vides monitorēšanai, kā arī autovadītāja uzmanības stāvokļa novērtēšanai. Papildus šiem pētījumiem tiek veidota viedā auto testa platforma šo sistēmu validācijai. Rezultāti publicēti četrās publikācijās, no kurām trīs indeksētas SCOPUS datubāzē.

Otrajā posmā turpināts attīstīt dažādas signālu un attēlu apstrādes balstītas metodes datu ieguvei viedajām automašīnām, tai skaitā, balstoties uz iepriekšējās Valsts Pētījumu Programmas rezultātiem, attīstīta stereo redzes sistēma pielietojumiem viedajos auto. Izstrādāta sistēma pusautomātiskai un automātiskai lēmumu pieņemšanai balstoties uz iegūtajiem datiem, lai viedā auto testa platforma būtu lietojama kompleksu inteliģento transporta līdzekļu scenāriju testēšanai un izstrādāto tehnoloģiju validācijai. Rezultāti publicēti vienā zinātniskajā publikācijā, kas indeksēta SCOPUS datubāzē.

Rezultātu zinātniskā nozīmība: Izstrādāti attēlu un citu signālu apstrādes algoritmi, kas pielietojami ITS jomā, un rezultāti publicēti zinātniskajās publikācijās.

Rezultātu praktiskā nozīmība un lietojumi: Viedais transporta līdzeklis būs ērtāks lietošanā, kā arī drošāks, jo var uztvert vairāk datus un īsākā laikā nekā tā vadītājs, ļaujot pieņemt efektīvākus un drošākus braukšanas lēmumus. Izveidotās tehnoloģijas var novērst negadījumus uz ceļa, gan ārēju apstākļu izraisītus, gan arī tādus, kuri radušies vadītāja noguruma vai miegainības dēļ. Izveidotā viedā auto testa platforma ļaus testēt un validāte izstrādātās tehnoloģijas un izstrādāt kompleksus inteliģento transporta sistēmu lēmumu pieņemšanas algoritmus.

Turpmākā darba virzieni un risināmās problēmas: Pabeigt izstrādāt datu apkopošanas un lēmumu pieņemšanas modeli, un validēt sasniegtos rezultātus piedaloties ar izstrādāto viedā auto testa platformu kooperatīvās braukšanas sacensībās i-Game GCDC Nīderlandē, 2016.gadā. Turpināt darbu pie tehnoloģijām vadītāja atbalsta sistēmās, īpaši pievēršot uzmanību paša vadītāja monitorēšanai, vadītāja maņu paplašināšanai (infrasarkanais spektrs u.c.), kā arī atgriezeniskās saites nodrošināšanai.

2.1.5. Projekta Nr. 1 apgūtais finansējums (euro)

		Plānots 2014.– 2017. g.	1. posms	2. posms	3. posms	4. posms
1000– 9000*	IZDEVUMI – KOPĀ	446626	84889.00	110678		
1000	Atlīdzība	361940	61251.44	87324.44		
2000	Preces un pakalpojumi (2100+2200)	84686	22187.13	4832.01		
2100	Mācību, darba un dienesta komandējumi, dienesta, darba braucieni	24150	13994.33	9115.61		
2200	Pakalpojumi	40378	8192.80	9405.94		
5000	Pamatkapitāla veidošana	0	1450.43	0		

* Minētie skaitļi ir budžeta finansēšanas klasifikācijas kodi.

2.1.6 Projekta Nr. 1 rezultatīvie rādītāji

(Norāda pārskata periodā plānotos un sasniegtos rezultātos rādītājus. Informāciju atspoguļo tabulā un pielikumā)

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti					
	plānots	sasniegts				
	2014.– 2017. g.					
		kopā	1.posms	2.posms	3.posms	4.posms
A. Zinātniskie rezultatīvie rādītāji						
1. Zinātnisko publikāciju skaits:	22	9	4	5		
1.1. oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS) (SNIP > 1) skaits	3	1	0	1		
1.2. Oriģinālo zinātnisko rakstu IEEEExplore, ACM DL, SCOPUS, Web of science datubāzēs iekļautajos izdevumos skaits	19	8	4	4		
1.3. recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits	0	0	0	0		
1.4 Citu oriģinālo zinātnisko rakstu skaits	0	0	0	0		
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:						
2.1. promocijas darbu skaits	6	0	0	0		
1.2. maģistra darbu skaits	7	0	0	0		
1.3. bakalaura darbu skaits	0	1	1	0		
3. Uzlaboto studiju kursu skaits	4	2	1	1		
4. Pētniecība						
4.1 programmātūras prototipi	3	3	2	1		
4.2 Metodikas apraksti	0	1	1	0		
4.3 Maketi, prototipi, tehnoloģijas	6	6	3	3		
4.4 iesaiste starptautiskajos projektos		2	1	1		
B. Programmas popularizēšanas rezultatīvie rādītāji						
1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:						
1.1. Prezentācijas starptautiskās	17	10	6	4		

konferencēs						
1.1. Prezentācijas starptautiskos semināros	0	0	0	0		
1.3. rīkoti semināri	4	2.5	1.25	1.25		
1.4. populārzinātniskas publikācijas, pasākumi, informācija masu mēdijos	4	21	1	20		
1.5. izstādes	2	2	2	0		
1.6. rīkotas starptautiskas konferences	0	0	0	0		
2. Preses relīzes	0	2	1	1		
3. Ilgtermiņa tehnoloģiskā prognoze programmas ietvaros attīstītajiem zinātniskajiem un tehnoloģiskajiem virzieniem	4	0	0	0		
C. Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji						
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:						
1.1. privātā sektora līdzfinansējums programmā iekļauto projektu īstenošanai (EUR)	0	0	0	0		
1.2. ieņēmumi no programmas ietvaros radītā intelektuālā īpašuma komercializēšanas (rūpnieciskā īpašuma tiesību atsavināšana, licencēšana, izņēmuma tiesību vai lietošanas tiesību piešķiršana par atlīdzību) (EUR)	0	0	0	0		
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātības (EUR)	95000	43608.40	7865	35743.40		
1.4 Zinātnisko institūciju līdzfinansējums no pašu līdzekļiem programmas izpildei (EUR)	172000	50765.23	5639	45126.23		
2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto patentu vai augu šķirņu skaits:	2	0	0	0		
2.1. Latvijas teritorijā	2	0	0	0		
2.2. ārpus Latvijas	0	0	0	0		
3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobēti uzņēmumos	3	0	0	0		
4. Ieviešanai nodoto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)	1	0	0	0		
5. Izveidots jauns (spin-off) uzņēmums	1	0	0	0		
6. Zinātnisko institūciju ieņēmumi no sinerģiskiem pētniecības	0	108702.96	0	108702.96		

projektiem (EUR)						
------------------	--	--	--	--	--	--

* Norāda pēc programmas īstenošanas.

Pielikums tabulai:

A. Zinātniskie rezultātīvie rādītāji:

A.1. Zinātniskās publikācijas

A.1.1. SCOPUS. SNIP>1:

1. Hermanis, A.; Cacurs, R.; Greitans, M., "Acceleration and Magnetic Sensor Network for Shape Sensing," in Sensors Journal, IEEE , vol.16, no.5, pp.1271-1280, March1, 2016 doi: 10.1109/JSEN.2015.2496283, [URL:http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7312881&isnumber=7401148](http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7312881&isnumber=7401148)

A.1.2. SCOPUS, Web of Science:

1. Olegs Nikisins, , Kamal Nasrollahi, Modris Greitans and Thomas B. Moeslund "RGB-D-T based Face Recognition", 22nd International Conference on Pattern Recognition (ICPR), Stockholm Waterfront, Stockholm, Sweden, August 24-28, 2014, pp.1716-1721. DOI: 10.1109/ICPR.2014.302; http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6977013&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D6977013
2. A. Hermanis, R. Cacurs, M. Greitans, "Shape sensing based on acceleration and magnetic sensor system", 2015 IEEE International Symposium on Inertial Sensors and Systems (ISISS), 23-26 March 2015. DOI:10.1109/ISISS.2015.7102383 http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=7102383&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D7102383
3. O.Nikisins, R.Fuksis, A. Kadikis and M. Greitans. "Face recognition system on Raspberry Pi" 2015 5th International Workshop on Computer Science and Engineering: Information Processing and Control Engineering, WCSE 2015-IPCE; Bauman Moscow State Technical UniversityMoscow; Russian Federation; 15 April 2015 through 17 April 2015; Code 112346. <http://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84939511173&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Nikisins&st2=&sid=337DADE46B4D3788C19BD4B3BDC84>
4. K.Nesenbergs, L. Selavo, "Smart textiles for wearable sensor networks: review and early lessons," Medical Measurements and Applications (MeMeA) 2015 Conference on, Torino, Italy, 7-9 May 2015. DOI:10.1109/MeMeA.2015.7145236 http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=7145236&punumber%3D7128112%26filter%3DAND%28p_IS_Number%3A7145157%29%26pageNumber%3D4
5. Pudzs, Mihails; Fuksis, Rihards; Mucenieks, Agris; Greitans, Modris, "Complex matched filter for line detection," in Image and Signal Processing and Analysis (ISPA), 2015 9th International Symposium on , vol., no., pp.93-97, 7-9 Sept. 2015 doi: 10.1109/ISPA.2015.7306039, URL:

<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7306039&isnumber=7306014>

6. Dimitrios Lymberopoulos and the participants of Microsoft Indoor localization Competition 2014 (including Leo Selavo), "A Realistic Evaluation and Comparison of Indoor Location Technologies: Experiences and Lessons Learned," the 14th ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks (ACM/IEEE IPSN), CPSWEEK, Seattle, USA, April 13-16, 2015. DOI: 10.1145/2737095.2737726 <http://research.microsoft.com/apps/pubs/default.aspx?id=241638>
7. Artis Mednis. "Development of 802.11p Testbed – Experiences", Proceedings of the 14th Biennial Baltic Electronics Conference (BEC 2014), October 6-8, 2014, Tallin, Estonia, pp. 137-140. http://www.researchgate.net/publication/266950280_Development_of_802.11p_Testbed_-_Experiences
8. Ruskuls, R., Lapsa, D., & Selavo, L. (2015, November). EDI WSN TestBed: Multifunctional, 3D Wireless Sensor Network Testbed. In Advances in Wireless and Optical Communications (RTUWO), 2015 (pp. 50-53). IEEE. <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=7365718>; DOI: [10.1109/RTUWO.2015.7365718](https://doi.org/10.1109/RTUWO.2015.7365718)

A.1. Aizstāvētie darbi:

A.2.3. Bakalaura darbi:

- Emil Syundyukov bakalaura darbs "Iegultās iekārtas un programmatūra veselības datu pārraudzībai rehabilitācijas laikā"

A.3. Uzlabotie studiju kursi:

- "Ievads digitālajā projektēšanā", University of Latvia, R. Ruskuls. Course demonstrates development of digital devices, and uses TestBed adapter as an example for specific lessons.
- "Operētājsistēmu koncepcijas", University of Latvia, K. Nesenbergs. Course demonstrates concepts of operating systems, including lessons from development of the operating system for wireless sensor networks (MansOS).

A.4. Research deliverables:

A.4.1. Software prototypes:

- Izveidots EDI testa gultnes adaptera vadības un saistītās programmatūras komplekts, tā iekļaušanai testa gultnes darbībā
- Izveidota mobilā lietotne galvas pozīcijas sensoram
- Izveidota mobilā lietotne ceļa locītavas sensoram

A.4.2. Methodology, descriptions:

- Radīta un aprakstīta testa gultnes arhitektūras koncepcija (1. pielikums, Nodaļa 1.2.4.1.)

A.4.3. Mock-ups, prototypes, technologies:

- Izveidots EDI testa gultnes adaptera eksperimentālais makets (1. pielikums, Nodaļa 1.2.4.5)
- Izveidots un testēts EDI testa gultes sistēmas prototips ar integrētu testa gultnes adapteru
- Izveidots prototips galvas pozīcijas sensoram (1. pielikums, Nodaļa 1.3.4.1)
- Izveidots prototips ceļa locītavas sensoram rehabilitācijai (1. pielikums, Nodaļa 1.3.4.4)

- Izveidots makets sistēmai, kas aptver ķermeņa un galvas pozīcijas monitoringu (1. pielikums, Nodaļa 1.3.4.3)
 - Izveidots makets sirdsdarbības datu reģistrācijas un analīzes sistēmai (1. pielikums, Nodaļa 1.3.3.5)
- A.4.4. International projects:
- H2020 ECSEL "Integrated Components for Complexity Control in Affordable Electrified Cars" (3Ccar) <http://www.edi.lv/lv/projekti/starptautiskie-projekti/3ccar/>
 - „Health and Social Indicators of Participation in Physical Activities for Children with Disabilities” – HIPAC
<http://edi.lv/lv/projekti/starptautiskie-projekti/hippac/>

B. Popularizēšanas rezultātīvie rādītāji:

B.1. Popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie:

B.1.1. Prezentācijas starptautiskās konferencēs:

- A.Hermanis, R. Cacurs, K. Nesenbergs, M. Greitans, E. Syundyukov, L. Selavo, “Demonstration Abstract: Wearable Sensor Grid Architecture for Body Posture and Surface Detection and Rehabilitation,” The 14th ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks (ACM/IEEE IPSN), CPSWEEK, Seattle, USA, April 13-16, 2015. pp.414-415. ISBN: 978-1-4503-3475-4
doi:10.1145/2737095.2742555
<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2742555&dl=ACM&coll=DL&CFID=554964176&CFTOKEN=77562692>
- Dimitrios Lymberopoulos and the participants of Microsoft Indoor localization Competition 2014 (including Leo Selavo), “A Realistic Evaluation and Comparison of Indoor Location Technologies: Experiences and Lessons Learned,” The 14th ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks (ACM/IEEE IPSN), CPSWEEK, Seattle, USA, April 13-16, 2015. DOI: 10.1145/2737095.2737726
<http://research.microsoft.com/apps/pubs/default.aspx?id=241638>
- 09.-11.03.2015. M.Greitāns piedalījās starptautiskajā pasākumā “ARTEMIS Co-Summit 2015” Berlīnē, Vācijā, kur prezentēja un apsprieda VPP SOPHIS idejas un rezultātus.
- 03.-20.02.2015. projekta izpildītāji piedalījās Latvijas Universitātes 73.zinātniskajā konferencē, kur uzstājās ar diviem referātiem: “Lokalizācija iekštelpās ar digitāli vadāmām antenām” (L.Selāvo, I.Driķis, R.Balašs) un “Heterogēna bezvadu sakaru poligona izveide” (A.Mednis, J.Judvaitis, R.Ruskuls).
- 21.-22.01.2015. M.Greitāns piedalījās KTI ARTEMIS “Brokerage Event 2015” Amsterdamā, Nīderlandē, kur prezentēja un apsprieda VPP SOPHIS idejas un rezultātus.
- 31.08.-06.09.2014. programmas vadītājs M.Greitāns piedalījās Eiropas signālapstrādes konferencē “EUSIPCO 2014” Lisabonā, Portugālē, kur prezentēja un apsprieda VPP SOPHIS idejas un rezultātus.
- L.Selavo, I. Drikis, A. Mednis, R. Balass. “DiStAL: Digitally Steerable Antennas for Localization,” Technical report, Microsoft Indoor Localization Competition, IPSN 2015,, April 13-17 2015, Seattle, WA,USA.
<http://research.microsoft.com/en-us/events/indoorloccompetition2015/>

- Emil Syundyukov piedalās konferencē un demonstrācijas sesijā „International Conference on Embedded Wireless Systems and Networks (EWSN) 2016” no 15. februāra līdz 18. februārim Grācā (Austrijā).
- Emil Syundyukov piedalās RSU ISC 2016 konferencē, marts 2016, ar prezentāciju "Wearable sensor network and mobile application for knee joint dynamics monitoring during rehabilitation"
- 2015-09-16 A. Hermanis uzstājas ar prezentāciju konferencē “4th Baltic and North Sea Conference on Physical and Rehabilitation Medicine” par publicēto kopsavilkumu Atis Hermanis, Andra Greitane, Santa geidāne, Armands Ancāns, Ričards Cacurs, Modris Greitāns, „Wearable Head and Back Posture Feedback System For Children With Cerebral Palsy”, Abstract: Journal of Rehabilitation Medicine (ISSN 1650-1977).

B.1.3. Rīkoti semināri:

- 09.07.2015 Projekta Nr.1. “Kiberfizikālo sistēmu tehnoloģiju attīstība un to pielietojumi medicīnā un viedā transporta jomā” 1. posma norises gaitas un rezultātu apspriešanas seminārs
- 07.10.2015 SOPHIS 1. posma norises gaitas un rezultātu apspriešanas seminārs
- 16.03.2016 Projekta Nr.1. “Kiberfizikālo sistēmu tehnoloģiju attīstība un to pielietojumi medicīnā un viedā transporta jomā” 2. posma norises gaitas un rezultātu apspriešanas seminārs
- 30.03.2016 SOPHIS 2. posma norises gaitas un rezultātu apspriešanas seminārs

B.1.4. Populārzinātniskas publikācijas, pasākumi, informācija masu mēdijos:

- 2015-02-11 Latvijas Radio raidījumā “Monopols” saruna ar Leo Seļāvo
- 2015-05-05 LTV1 raidījumā “Zināmais nezināmajā” saruna ar Ati Hermani
- 2015-05-15 Atis Hermanis prezentē savu darbu RTU rīkotajā zinātnisko pētījumu konkursā “ResearchSlam” 2015.g. un iegūst 1. vietu
- In the event of „Scientist night” on September 25, year 2015 at Institute of Electronics and Computer Science, the project results were presented.
<http://www.edi.lv/en/home/>
- 2015-09-30 Emil Syundyukov prezentē savu bakalaura darbu “Iegultās iekārtas un programmatūra veselības datu pārraudzībai rehabilitācijas laikā” labāko IT bakalaura darbu Uzņēmuma Exigen Services Latvia un RTU Attīstības fonda ikgadējā stipendiju konkursā 2015 un iegūst 2. vietu
- 2015-08-08 pētnieks Atis Hermanis piedalās Rīgas IT Demo centra preses konferencē un demonstrē EDI izstrādāto valkājamo sensoru sistēmu cilvēka stājas monitoringam.
- 2015-10-27 Radio NABA raidījumā “Studentu pietura” saruna ar Emil Syundyukov
- 2015-11-17 Ar prezentācijām “Health Hackers” organizētajā “Healthcare Technology and Entrepreneurship day” pasākumā piedalās Atis Hermanis un Emil Syundyukov
- 2015-05-21 Radio Pieci raidījumā “Domnīca” saruna ar Ati Hermani
- 2015-08-25 Junior Summer Entrepreneurship School 2015, Emil Syundyukov lasa vieslekciju, kurā popularizē projekta rezultātus.

- 2015-12-17 Prezentācija DevClub.lv 38. diskusijā par veselību. Prezentē Emil Syundyukov
 - 2016-02-29 Dalība ar prezentāciju BioTech Meetup, Emil Syundyukov
 - 2016-02-19 Lekcija Pedagogu profesionālās kompetences pilnveides seminārā “Aktualitātes datorzinātnē, programmēšanā un to pielietošana mācību procesā”, Emil Syundyukov
 - 2016-02-19 Lekcija latvijas Programmētāju dienas konferencē, Emil Syundyukov, Atis Hermanis.
 - 2016-02-25 Prezentācija Rīgas Stradiņa Universitātes “Zinātnes Pēcpusdienā”, Emil Syundyukov
 - 2016-02-27 Publicēta intervija laikrakstā “Diena” ar Emil Syundyukov, <http://www.diena.lv/latvija/zinas/studenti-kuri-patiesam-aizravusies-14131628>
 - 2015-11-04 Publicēta intervija žurnālā “Ir” ar Emil Syundyukov, <http://www.irlv.lv/2015/11/4/urki-kas-pasauli-ieliek-telefona>
 - 2015-09-25 Prezentācija Latvijas Universitātes pasākumā “Zinātnieku cīņas klubs”, Emil Syundyukov
 - 2016.01.16. – 01-28. Atis Hermanis piedalījās starptautiskajos pasākumos "ARTEMIS Brokerage -Event for Call 2016" un "ECSEL Brokerage Event", Strasbūrā francijā, kur prezentēja un apsprieda VPP SOPHIS idejas un rezultātus.
 - 2015.08.27. Uzstāšanās „Summer School Smart Textiles for Healthcare”, Atis Hermanis
 - 2015.11.17. Uzstāšanās Rīgas Ekonomikas Augstskolā “Healthcare Technology and Entrepreneurship Day”, Atis Hermanis
- B.1.5. Izstādes:
- Dalība izstādē «Skola 2015», 27-28 Februārī, Rīga.
 - 10.-11.10.2014. A.Mednis piedalījās Rīgas Tehniskās universitātes rīkotajā Izgudrojumu un inovāciju izstādē MINOX 2014

Projekta Nr. 1 vadītājs	_____	_____	<u>04.2016.g.</u>
	(paraksts ¹)	(vārds, uzvārds)	(datums ¹)
Zinātniskās institūcijas vadītājs	_____	<u>I.Tentere</u>	<u>04.2016.g.</u>
	(paraksts ¹)	(vārds, uzvārds)	(datums ¹)

2.2. Uz ontoloģijām balstītas tīmekļa videi pielāgotas zināšanu inženierijas tehnoloģijas

2.2.1. Projekts Nr. 2

nosaukums

Uz ontoloģijām balstītas tīmekļa videi pielāgotas zināšanu inženierijas tehnoloģijas

projekta vadītājs:

vārds, uzvārds,

zinātniskais grāds

zinātniskā institūcija

amats

kontakti

Jānis Bārzdiņš

Dr.habil.sc.comp

LUMII

Vadošais pētnieks

Tālrunis

67224363

E-pasts

Janis.Barzdins@lumii.lv

2.2.2. Projekta Nr. 2 mērķi

(Norāda projekta mērķi (saskaņā ar apstiprināto projekta pieteikumu un līgumu) un informāciju par mērķa sasniegšanu/izpildi)

Attīstīt zinātnisko kompetenci nākamās paaudzes IKT sistēmu jomā, izpētot un tālāk attīstot konkurētspējīgas uz modeļiem balstītas jaunās informācijas un komunikācijas tehnoloģijas, to lietojumus mūsdienu tīmekļa vidē.

Pārnest radītās zināšanas un tehnoloģijas uz konkrētām Latvijas tautsaimniecības nozarēm, izstrādājot un aprobējot jaunas konkurētspējīgas IKT metodes un rīkus, kā arī ieviešot tās nozares augstākās izglītības studiju procesā

2.2.3. Projekta Nr. 2 uzdevumi

(Norāda projekta pārskata periodā plānotās darbības un galvenos rezultātus. Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz divas A4 lapas)

Darba uzdevumi	Galvenie rezultāti
1. Uz ontoloģijām, tīmekļa tehnoloģijām un kontrolētas dabīgās valodas balstītas ātro vaicājumu valodas, kas „pa tiešo” (bez programmētāja starpniecības) būs lietojama nozaru speciālistiem, izstrāde.	<u>Plānots</u> : Sagatavota zinātniskā publikācija <u>Sasniegts</u> : Sagatavota zinātniskā publikācija (skat. punktu 2.2.4 [1])
2. Uz ontoloģijām, tīmekļa tehnoloģijām un kontrolētas dabīgās valodas balstītas ātro vaicājumu valodas, kas „pa tiešo” (bez programmētāja starpniecības) būs lietojama nozaru speciālistiem, aprobācija medicīnas nozarē (BKUS).	<u>Plānots</u> : Aprobācijas pārskats <u>Sasniegts</u> : aprobēts BKUS – apraksts 2. pielikumā, nodaļā 2.1.7 (angl.)
3. Uz ontoloģijām, tīmekļa tehnoloģijām un kontrolētas dabīgās valodas balstītas ātro vaicājumu valodas sadalītās izpildes realizācijas teorētisko pamatu izstrāde.	<u>Plānots</u> : Sagatavota zinātniskā publikācija vai zinātniskais pārskats <u>Sasniegts</u> : zinātniskais pārskats 2. pielikumā, nodaļā 2.1.8 (angl.)
4. Turpināt attīstīt SemEval-2015 konkursā veiksmīgi startējušo C6.0 klasifikācijas algoritmu, uz tā bāzes iesaistīties starptautiskās pētniecības iniciatīvās.	<u>Plānots</u> : Sagatavota zinātniska publikācija vai sagatavots H2020 projekta pieteikums <u>Sasniegts</u> : Sagatavots un <u>vinnēts</u> Apvarsnis-2020 projekta "SUMMA" pieteikums H2020-ICT-16 BigData-research uzsaukumam. Sagatavotas zinātniskās publikācijas (skat. punktu 2.2.4 [2-3])
5. SemEval-2015 konkurentu risinājumu izpēte un labāko metožu integrācija latviešu valodas semantiskās analīzes rīkkopā (tiek lietota LETA un citur).	<u>Plānots</u> : Rīkkopas uzlabota versija <u>Sasniegts</u> : Rīkkopas prototips tika <u>aprobēts</u> ziņu aģentūrā LETA – apraksts 2. pielikumā, nodaļā 2.1.10 (angl.)
6. I4S funkcionalitātes paplašināšana, lai, automatizēti analizējot industriālās kontroles sistēmas, noteiktu to funkcionālo stāvokli	<u>Plānots</u> : Sagatavota zinātniskā publikācija <u>Sasniegts</u> : Sagatavotas zinātniskās publikācijas (skat. punktu 2.2.4 [4-6])
7. Procesu un zināšanu struktūru savietojamības identifikācijas un atspoguļošanas pieeju un metožu izstrāde	<u>Plānots</u> : Sagatavota zinātniskā publikācija vai zinātniskais pārskats <u>Sasniegts</u> : Sagatavotas zinātniskās publikācijas (skat. punktu 2.2.4 [9-13])
8. Saistīto pētījumu un pieeju analizēšana, kas nepieciešami, lai definētu semantiskā tīmekļa servisu izstrādes metodoloģijas pamatposmus.	<u>Plānots</u> : Sagatavota zinātniskā publikācija vai zinātniskais pārskats <u>Sasniegts</u> : Sagatavotas zinātniskās publikācijas (skat. punktu 2.2.4 [14-17])
9. Attīstīt metodes liela apjoma datu pieejamībai, kas balstītas uz modeļiem un nozares ontoloģijām, piedāvājot jaunas tīmekļa videi piemērotas datu atlasīšanas un vizualizācijas metodes.	<u>Plānots</u> : Sagatavota zinātniskā publikācija <u>Sasniegts</u> : Sagatavotas zinātniskās publikācijas (skat. punktu 2.2.4 [18-19])
10. Attīstīt biznesa procesu modeļu pielietošanas metodes programmas izpildes laika notikumu analizē, lai paaugstinātu informācijas sistēmu drošības līmeni.	<u>Plānots</u> : Sagatavota zinātniskā publikācija vai zinātniskais pārskats <u>Sasniegts</u> : zinātniskais pārskats 2. pielikumā, nodaļā 2.3.2 (angl.)

2.2.4. Projekta Nr. 2 izvirzīto uzdevumu izpildes rezultāti

(Novērtē, kādā mērā ir sasniegti plānotie mērķi un uzdevumi. Raksturo rezultātu zinātnisko un praktisko nozīmību, kā arī rezultātu praktisko lietojumu (lietišķiem pētījumiem). Raksturo problēmas, to iespējamās risinājumus, turpmākā darba virzienus. Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz četras A4 lapas)

posma izpildes rezultāti:

1.Uz ontoloģijām, tīmekļa tehnoloģijām un kontrolētas dabīgās valodas balstītas ātro vaicājumu valodas, kas „pa tiešo” (bez programmētāja starpniecības) būs lietojama nozaru speciālistiem, izstrāde.

Tā kā biznesa eksperti nav spējīgi paši piekļūt datiem bez IT eksperta palīdzības, tad ātrais (*ad-hoc*) vaicāšanas process parasti ir lēns un kļūdains. Problēma šeit slēpjas datu vaicāšanas rīku sarežģītībā. Mēs piedāvājam jaunu *ad-hoc* vaicāšanas pieeju, kas balstīta uz dabīgo valodu un *semistar* ontoloģijām un kas samazinās nepieciešamo zināšanu apguves laiku, kas nepieciešams vaicāšanai par datiem. Piedāvātā pieeja ievērojami samazinās laiku, kas biznesa ekspertiem nepieciešams, lai apgūtu *ad-hoc* vaicāšanu un iegūtu tiešu pieeju datiem, tādējādi atvieglojot lēmumu pieņemšanas procesus uzņēmumos, valdības institūcijās un citās organizācijās. Šie rezultāti detalizētāk aprakstīti [1].

2.Uz ontoloģijām, tīmekļa tehnoloģijām un kontrolētas dabīgās valodas balstītas ātro vaicājumu valodas, kas „pa tiešo” (bez programmētāja starpniecības) būs lietojama nozaru speciālistiem, aprobācija medicīnas nozarē (BKUS).

Aprobācija tika veikta uz Rīgas Bērnu klīniskās universitātes slimnīcas datiem par 2015. gadu intensīvās terapijas klīnikas vajadzībām. Uz visiem *ad-hoc* vaicājumiem, kuri parādījās intensīvās terapijas klīnikas 2015. gada darbības analīzes vajadzībām, atbildes varēja iegūt ar piedāvātās vaicājumu valodas palīdzību tiešsaistes režīmā. Vaicājumu uzrakstīšana, kad dabīgā valodā kļuvis skaidrs, ko grib pavaicāt, prasīja apmēram pāris minūtes, bet vaicājumu izpilde vidēji nepārsniedza 0.3 sekundes. Šī aprobācija reizē arī parādīja turpmākos pētījumu virzienus, un tie ir apakšķlašu un atribūtu definēšanas līdzekļi, kā arī nepieciešamība pēc ļoti attīstīta pieejas tiesību mehānisma, jo reālie dati ir augstākā mērā sensitīvi.

3.Uz ontoloģijām, tīmekļa tehnoloģijām un kontrolētas dabīgās valodas balstītas ātro vaicājumu valodas sadalītās izpildes realizācijas teorētisko pamatu izstrāde.

Nelieliem uzņēmumiem, kuri uzkrāj un izmanto konfidencialus datus, kādi ir, piemēram, slimnīcas, ir nepieciešami vienkārši un lēti datu analīzes un ātrās vaicāšanas līdzekļi. Tradicionālie BI (Business Intelligence) risinājumi ir pārāk dārgi un smagnēji. Uz ontoloģijām, tīmekļa tehnoloģijām un kontrolētas dabīgās valodas balstītas ātro vaicājumu valodas, kas „pa tiešo” (bez programmētāja starpniecības) būs lietojama nozaru speciālistiem ir lietošanā vienkāršs risinājums, kuram ir jānodrošina arī atbilstoša ātrdarbība. Tā kā mēs vaicājumu valodu balstām uz granulārām ontoloģijām, tad ir iespējama vaicājumu valodas sadalītās izpildes efektīva implementācija. Šādas implementācijas teorētiskie pamati arī tika izstrādāti, kā arī ieskicētas praktiskās realizācijas iespējas, izmantojot uz grafiskajām kartēm balstītās datubāzu vadības sistēmas un *Spark* sadalītās izpildes risinājumus. Tādējādi ir iespējams uzbūvēt salīdzinoši lētu, bet tajā pašā jaudīgu un ātru ātrās vaicāšanas risinājumu. Rezultāts – zinātniskais pārskats - ir pieejams atskaites pielikumā angļu valodā.

4.Turpināt attīstīt SemEval-2015 konkursā veiksmīgi startējušo C6.0 klasifikācijas algoritmu, uz tā bāzes iesaistīties starptautiskās pētniecības iniciatīvās.

Balstoties uz SemEval-2015 konkursā sasniegtajiem rezultātiem un to praktiskajiem lietojumiem LETA mēdiju monitoringa automatizēšanā, starptautiska konsorcijs ietvaros tika sagatavots un vinnēts Apvarsnis-2020 projekta "SUMMA" pieteikums H2020-ICT-16 BigData-research uzsaukumam. No C6.0 klasifikācijas algoritma iestrādānēm attīstīta burtu-līmeņa neironu tīklu tulkošanas metodoloģija [2] un tezaurs korpusa piemēru automatiskās atlases metodoloģija [3].

5. SemEval-2015 konkurentu risinājumu izpēte un labāko metožu integrācija latviešu valodas semantiskās analīzes rīkkopā (tiek lietota LETA un citur).

Pēc veiksmīgās piedalīšanās SemEval-2015 sacensībās latviešu valodas semantiskās analīzes rīkkopā tika integrētas ne tikai mūsu pašu izstrādātās semantiskā grafa parsēšanas metodes, bet arī konkurentu pielietotās. Tas ir ļāvis būtiski uzlabot semantisko freimu izguves precizitāti – F1-score rādītājs uzlabojās no 57.6% uz 74.6% priekš semantisko freimu mērķa vārdu izvēles un no 70.4% uz 77.0% priekš freimu elementu klasifikācijas. Rīkkopas prototips tika aprobēts ziņu aģentūrā LETA.

6. I4S funkcionalitātes paplašināšana, lai, automatizēti analizējot industriālās kontroles

sistēmas, noteiktu to funkcionālo stāvokli

Ir izstrādāta jauna formāla zināšanu struktūru transformācijas metode un algoritms. Tiek piedāvāts morfoloģiskās struktūras modeli (MSM) transformēt funkcionālās struktūras modelī uzvedības telpā (FSM UT). Šis modelis tiek lietots kā starpmodelis tālākai transformācijai – funkcionālās struktūras modeļa parametru telpā (FMS PT) konstruēšanai. FSM PT atbalsta industriālu kontroles sistēmu funkcionālā stāvokļa noteikšanu, pamatojoties uz problēmsfēras ekspertu zināšanām par parametru vērtību maiņu, ko izsauc dažādu defektu parādīšanās sistēmā. Jauno paplašināto I4S funkcionalitāti testēja doktorants Ē. Urtāns. Lietojot I4S ir izstrādāti struktūras modeļi (MSM un FSM) vinčas pārvietošanas vadības sistēmai kompānijai „ICD Software” (Norvēģija) [7] [8]. Pētījuma mērķis – minētās sistēmas funkcionālā stāvokļa noteikšana netika sasniegta, jo tika pārtraukta sadarbība ar kompānijas „ICD Software” ekspertiem tādēļ, ka jaunā kompānijas vadība nolēma uz laiku atlikt pētījumus šajā virzienā. Šis kompānijas lēmums motivēja paplašināt zināšanu struktūru pētījumus uz citām zināšanu struktūrām, lai iegūtu gan pētījumiem vispār, gan I4S rīkam plašāku pielietojumu. Pirmkārt, ir iegūti pirmie rezultāti konceptu karšu (zināšanu struktūru veids) formālas analīzes metodes izstrādē, kas pamatojas uz sistēmu teorijā lietotajiem sistēmu sarežģītības novērtēšanas kritērijiem – elementu un saišu starp tiem skaitu, sistēmas, atsevišķu elementu un attiecsmju starp tiem īpašību daudzveidību un skaitu, kā arī sistēmas organizācijas pakāpi [4]. Otrkārt, ir veikti Daudzaģentu Sistēmu (DAS) un aģentos sakņotu Emocionāli Intelektuālu Mācību Sistēmu (EIMSu) zināšanu struktūru pētījumi ar mērķi tās iekļaut kopējā repozitorijā. Lai padarītu iespējamās gan manuālas, gan aģentu autonomi paveiktas izmaiņas DAS-u zināšanu struktūrās, ir izstrādāts konceptuāls ietvars zināšanu struktūru atjaunināšanai un apmācībai DAS-ās. Ontoloģijā balstītajai zināšanu struktūrai ir pievienots likumos sakņots prioritāšu noteikšanas mehānisms un cilvēka sniegtā atgriezeniskajā saitē balstīta likumu apmācības pieeja. Tāpat arhitektūrai ir pievienots DAS-as vadības rīks, kura galvenā funkcionalitāte ir uzprogrammēta [5]. Ir izstrādāta aģentos balstītas EIMS-as koncepcija, kas paredz emociju ontoloģijas koplietošanu starp skolotāju un studentu imitējošiem aģentiem mācību stratēģiju pielāgošanas izvērtēšanai [6].

Projekta trešajā posmā ir plānots izstrādāt metodi un algoritmu zināšanu struktūru elementu nozīmības daudzkritēriālai novērtēšanai savstarpēji saistītu dažādas granularitātes zināšanu struktūru modeļos. Tiks pilnveidota formālas novērtēšanas metode zināšanu struktūras kā vienota vesela sarežģītības novērtēšanai un veikta šīs metodes validācija dažāda tipa un granularitātes zināšanu struktūrām. Līdz šim izstrādātais likumos sakņotais spriešanas mehānisms tiks implementēts virtuālā vidē realizētā daudzģentu sistēmā, kur aģenti imitēs telpu tīrīšanas robotus. Tāpat ir plānots izstrādāt ontoloģijās balstīta pedagoģiskā modeļa zināšanu struktūru zināšanās, emocijās un spēlēs balstīta mācību procesa dinamiskai pielāgošanai, kā arī tiks turpināts darbs pie DAS-as koncepcijas, realizējot zināšanu struktūru aģentu mijiedarbībai un komunikācijai.

7. Procesu un zināšanu struktūru savietojamības identifikācijas un atspoguļošanas pieeju un metožu izstrāde.

Balstoties uz iepriekšējā periodā veiktajiem pētījumiem [9], šajā posmā tika tālāk attīstīta izpratne par to, kā savienot zināšanu struktūras ar procesiem. Analizējot saistītos darbus, tika identificēti četri procesi un zināšanu struktūru savietojamības kritēriji. Šie kritēriji ietver ne tikai eksternalizētās, bet arī procesa dalībnieku iekšējās zināšanas, tomēr šobrīd izstrādātā zināšanu struktūru un procesu savietojamības identifikācijas pieeja, kas ietver minēto kritēriju izmantošanu un darbplūsmu datu perspektīvas šablonu izmantošanu, respektē galvenokārt tikai eksternalizētās zināšanas. Lai attīstītu minēto pieeju līdz metožu līmenim, tika izstrādāts ietvars (*FREEDOM* angl.), kas operacionālus biznesa procesus ieskauj gan no tā attīstīšanas, gan vadības viedokļa, tādējādi veidojot pamatu nepārtrauktai procesu attīstībai nepieciešamo prasību inženierijai. Ietvars iezīmē, kādi procesi (funkcijas) un kādas zināšanas ir jāsavieto, lai vismaz daļēji nodrošinātu iepriekš minētos kritērijus nepārtrauktas prasību inženierijas kontekstā [11]. Tika veikts pētījums par būtiskākajām problēmām, kas rodas multiprojektu vidē, un izstrādāta pieeja šo problēmu mazināšanai un tādējādi prasību inženierijas nepārtrauktības veicināšanai [10]. Operacionālo procesu kontekstā tika pētīta zināšanu par biznesa objektu stāvokļiem atspoguļošanas un izmantošanas iespējas. Tika izstrādāta arī problēmspecifisku informācijas avotu dokumentu savstarpējās atbilstības noteikšanas metode, kas tika aprobēta uz izglītības procesiem [1] (promocijas darbs). Tika eksperimentēts arī ar procesu drošības šablonu un biznesa procesu savietojumu un izstrādāta nepārtraukta informācijas drošības audita pieeja, sadarbībā ar paralēlu starptautisku projektu, tādējādi iegūstot sinerģiju starp pētījumiem un veicinot

turpmāku sadarbību ar Tartu universitāti [12] [13]. Izstrādāto *FREEDOM* ietvaru [11] ir paredzēts savienot ar LZP finansēta projektā Nr. 342/2012 izstrādāto biznesa procesu un uzņēmumarchitktūru integrēto modeli, kas sakņojas Bunges, Vanda un Vēbera informācijas sistēmu ontoloģijā. Šāds savienojums konceptuāli jau ir izveidots attiecībā uz laika dimensiju [9], [1] (maģistra darbs), kuras nepieciešamība zināšanu struktūru un procesu savietojamībā ir uzrādījusies gan saistītajos darbos, gan mūsu pašu pētījumos.

8. Saistīto pētījumu un pieeju analizēšana, kas nepieciešami, lai definētu semantiskā tīmekļa servisu izstrādes metodoloģijas pamatposmus.

Ir veikta pieejamo tehnoloģiju salīdzinošā analīze un ietvara izvēle. Tika izanalizētas šādas tehnoloģijas: OWL-S, Web Service Modeling Ontology (WSMO) un Semantic Automated Discovery and Integration (SADI). Tika noteikts, ka SADI būtiski atvieglo semantiskā tīmekļa servisu, kas varētu atrisināt izvirzītus uzdevumus, izstrādi un uzturēšanu. Ir izstrādāti semantiskā tīmekļa servisi, kas anotē informāciju, kas tiek saņemta no eLOGMAR e-loģistikas portāla (www.elogmar.eu) pieejamiem parastiem tīmekļa servisiem [15,16]. Semantiskā tīmekļa tehnoloģijas tiek integrētas arī programmatūras konfigurācijas pārvaldības pieejā MTM [2] (promocijas darbs). MTM pieejas modifikācija izmanto semantiskā tīmekļa tehnoloģijas, lai palīdzētu atvieglot tādus procesus, kā SCM informācijas atkārtota izmantošana, integrēšana un izmantošana spriešanā [14,17].

9. Attīstīt metodes liela apjoma datu pieejamībai, kas balstītas uz modeļiem un nozares ontoloģijām, piedāvājot jaunas tīmekļa vidi piemērotas datu atlasīšanas un vizualizācijas metodes.

Tiek pētīta liela apjoma datu analīzes un vizualizācijas jaunas iespējas situācijā, kad pieejama jauna tipa infrastruktūra – augstas izšķirtspējas monitoru siena, sastāvoša no daudziem (vairāk par 20) standarta displejiem. Pētījumā paredzēta klienta-servera vides izveide, kas nodrošina aģentu bāzētu modelēšanu un relāciju datubāzu datu pārlūkošanu, migrējot to uz NOSQL datubāzi un izmantojot pārlūku, kas darbojas ar monitoru sienu.

Pētījuma pirmais posms tiks veltīts displeju sienas prototipa izveidei, kur galvenā uzmanība tika veltīta savietojamībai ar populārākajām operētājsistēmām un zemām sienas izmaksām. Pirmā posma ietvaros analizētas dažādas risinājuma arhitektūras un izveidots monitoru sienas prototips, kas jau vismaz daļēji atbilst izvirzītajām prasībām. Pētījuma otrais posms ir veltīts izveidotā displeju sienas prototipa pilnveidošanai, kur galvenā risināmā problēma ir pārsūtāmo datu apjoma optimizācija. Risinājums tika meklēts attēlu kompresijas metožu izpētē, ko atbalsta videokartes iespējas. Papildus tam tika veikti pētījumi displeju sienas vienam no iespējamiem pielietojumiem - aģentu bāzētas modelēšanas un simulēšanas vides izveidei. Otrā posma rezultāti publicēti [18,19].

10. Attīstīt biznesa procesu modeļu pielietošanas metodes programmas izpildes laika notikumu analīzē, lai paaugstinātu informācijas sistēmu drošības līmeni.

Pētījums ir veltīts biznesa procesu izpildes laika verifikācijai. Šī darba ietvaros ar izpildes laika verifikāciju tiek saprasta datorsistēmu analīze un darbības korektuma novērtēšana to izpildes laikā lietošanas vidē. Korektuma novērtēšanai var tikt lietota gan sistēmā iebūvēta instrumentācija, gan ārēja sistēmas darbības notikumu novērošana, kam pētījumā veltīta galvenā uzmanība. Verificēšana tiek veikta atbilstoši katra procesa verificēšanas aprakstam – modelim, kurā tiek definēti notikumi, kas apstiprina korektu procesa izpildi, to iestāšanās secību un izpildes laika ierobežojumus.

Pētījuma 1.posmā tika izveidots prototips, kurš ar daudzu asinhroni darbojošos aģentu palīdzību fiksēja izpildes vides notikumus un nosūtīja tos pārbaudes komponentei (*controller*). Tā kontrolēja izpildes vides notikumus, to iestāšanās secību un atbilstību laika nosacījumiem, kas doti verificēšanas modelī. Pētījuma 2.posmā izveidotais prototips tika pielietots reālu biznesa procesu verificēšanai ar mērķi novērtēt papildus slodzi (virrslodzi) informācijas sistēmai, kas nepieciešama izpildes laika verificēšanai. Iegūtie mērījumi parādīja, ka biznesa procesu, kas paredzēti datu apstrādei, izpildes laika verificēšanas mehānisma virrslodze ir niecīga. Tas apliecina piedāvātā biznesa procesu verificēšanas mehānisma praktisko pielietojamību. Pētījuma rezultāti iekļauti 2 darbos, par kuru publicēšanu vēl nav saņemta atbilde. Detalizēts pētījuma apraksts pieejams atskaitē angļu valodā.

Publikācijas:

1. J.Barzdins, E.Rencis, A.Sostaks. Self-service Ad-hoc Querying Using Controlled Natural Language. Accepted by the 12th International Baltic Conference on Databases and Information Systems, Riga, Latvia, 4-6 July 2016 (**būs SCOPUS**)

2. G.Barzdins, S. Renals, D. Gosko. (2016). Character-level Neural Translation for NextGen Media Monitoring in the SUMMA Project. Accepted by LREC-2016, 23-28 May 2016, Portorož (Slovenia). **(būs Web of Science)**
3. A.Spektors, I. Auzina, R. Dargis, N. Gruzitis, P. Paikens, L. Pretkalnina, B. Saulite. (2016). Tezaurs.lv: the Largest Open Lexical Database for Latvian, Accepted by LREC-2016, 23-28 May 2016, Portorož (Slovenia). **(būs Web of Science)**
4. Grundspenkis J. Initial Steps towards the Development of Formal Method for Evaluation of Concept Map Complexity from the Systems Viewpoint. Submitted to the 12th International Baltic Conference on Databases and Information Systems, Riga, Latvia, 4-6 July 2016. **(būs SCOPUS)**
5. Lavendelis E. A Conceptual Approach for Knowledge Structure Update and Learning in Multi-Agent Systems. In Proceedings of 16th International Conference on Applied Computer Science (ACS '16), Istanbul, Turkey, April 15-17, 2016.
6. Petrovica S., Pudane M. Simulation of Affective Student-Tutor Interaction for Affective Tutoring Systems: Design of Knowledge Structure. Submitted to 7th International Conference on Education and Educational Technologies (EET '16), Istanbul, Turkey, April 15-17, 2016.
7. IFS User Manual v.1.0.
8. Depiction of structural models of control system for winch handling system (CSWHS)
9. Kirikova, M., Penicina, L., Gaidukovs, A. Ontology based Linkage between Enterprise Architecture, Processes, and Time. ADBIS 2015 short Papers and Workshops BigDap, DCSA, GID, MEBIS, OASIS, SW4CH, WISARD Proceedings. Poitiers - France, September 8-11, 2015. New Trends in Databases and Information Systems. CCIS, Vol. 539. Springer, pp.382-391. In database: **(SCOPUS)**. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-23201-0_39
10. Anita Finke. Requirements Inheritance in Continuous Requirements Engineering. Joint Proceedings of REFSQ-2016 Workshops, Doctoral Symposium, Research Method Track, and Poster Track co-located with the 22nd International Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality (REFSQ 2016), March 14-17, 2016, Gothenburg, Sweden. CEUR-WS.org, Vol. 1564. **(būs SCOPUS)**
11. Marite Kirikova. Continuous Requirements Engineering in FREEDOM Framework: a Position Paper. Joint Proceedings of REFSQ-2016 Workshops, Doctoral Symposium, Research Method Track, and Poster Track co-located with the 22nd International Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality (REFSQ 2016), March 14-17, 2016, Gothenburg, Sweden. CEUR-WS.org, Vol. 1564. **(būs SCOPUS)**
12. Dmitrijs Kozlovs, Kristine Cjaputa and Marite Kirikova. Towards Continuous Information Security Audit. Joint Proceedings of REFSQ-2016 Workshops, Doctoral Symposium, Research Method Track, and Poster Track co-located with the 22nd International Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality (REFSQ 2016), March 14-17, 2016, Gothenburg, Sweden. CEUR-WS.org, Vol. 1564. **(būs SCOPUS)**
13. Marite Kirikova, Raimundas Matulevičius, and Kurt Sandkuhl. The Enterprise Model Frame for Supporting Security Requirement Elicitation from Business Processes, accepted by the 12th Baltic Conference on Databases and Information Systems to be held 4-6 July 2016, Riga, Latvia. **(būs SCOPUS)**
14. Bartusevics, A., Lesovskis, A., Novickis, L. Semantic Web Technologies and Model-Driven Approach for the Development and Configuration Management of Intelligent Web-Based Systems. No: Proceedings of the 2015 International Conference on Circuits, Systems, Signal Processing, Communications and Computers, Austrija, Vienna, 15.-17. marts, 2015. Vienna: 2015, 32.-39.lpp. ISBN 978-1-61804-285-9. ISSN 1790-5117 (Springer, Web of Knowledge).
15. Novickis L., Vinichenko S., Sotnichoks M., Lesovskis A., Graph Models and GeoData Based Web Portal in Cargo Transportation. In : Scientific Journal of Riga Technical University. Applied Computer Systems, 2015/17, RTU Press, Riga, 2015, pp. 34-39. ISSN 2255-8683 (EBSCO, VINITI).
16. Novickis L., Mitasiunas A., Ponomarenko V. Towards Knowledge and Information Technology Transfer Concept and Its Validation. In: Procedia Computer Science, ICTE in Regional Development , 2015 , Valmiera, Elsevier, Volume 77, 2015, Pages 48-55 **(SCOPUS)**.

17. Bartusevics, A., Novickis, L. Model-Based Approach for Implementation of Software Configuration Management Process. In: MODELSWARD 2015. Proceedings of the 3rd International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development, France, Angers, 9-11 February, 2015, pp.177-184. ISBN 978-989-758-083-3 (**SCOPUS**).
18. Rudolfs Bundulis, Guntis Arnicans. Use of H. 264 real-time video encoding to reduce display wall system bandwidth consumption. In Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE), 2015 IEEE 3rd Workshop on Advances in, pp. 1-6. IEEE, 2015.
19. Ingars Ribners, Guntis Arnicans. Concept of Client-Server Environment for Agent-Based Modeling and Simulation of Living Systems. In Computational Intelligence, Communication Systems and Networks (CICSyN), 2015 7th International Conference on, pp. 83-88. IEEE, 2015. DOI: 10.1109/CICSyN.2015.25 (**būs Scopus**)

Promocijas darbi:

1. Pēteris Rudzājs. Izglītības pieprasījuma un piedāvājuma informācijas monitoringa sistēmas modeļa izstrāde. Aiztāvēts RTU promocijas padomē P-07 2015. gada septembrī. Zinātniskā vadītāja - prof. M. Kirikova
2. Artūrs Bartusevičs. Programmatūras konfigurācijas pārvaldības modeļvadāmu risinājumu izstrāde un realizācija. Aiztāvēts RTU promocijas padomē P-07 2015. gada septembrī. Zinātniskais vadītājs - prof. L. Novickis

Maģistra darbi:

1. Andrejs Gaidukovs. Laika dimensija biznesa procesu un uzņēmumu arhitektūras modelēšanā. Maģistra darbs aizstāvēts 2015. gadā. Zinātniskā vadītāja - prof. M. Kirikova.

2.2.5. Projekta Nr. 2 apgūtais finansējums (euro)

		Plānots 2014.– 2017. g.	1. posms	2. posms	3. posms	4. posms
1000– 9000*	IZDEVUMI – KOPĀ	806251	155792	173985,70*		
1000	Atlīdzība	644470	114013	152890,01*		
2000	Preces un pakalpojumi (2100+2200)	161781	29655	21095,69**		
2100	Mācību, darba un dienesta komandējumi, dienesta, darba braucieni	46363	8066	4016,89**		
2200	Pakalpojumi	103436	21589	17063,80**		
5000	Pamatkapitāla veidošana	0	12124	15,00**		

* Minētie skaitļi ir budžeta finansēšanas klasifikācijas kodi.

** Precīza summa būs zināma pēc 2. posma pabeiguma beigām.

2.2.6. Projekta Nr. 2 rezultatīvie rādītāji

(Norāda pārskata periodā plānotos un sasniegtos rezultātos rādītājus. Informāciju atspoguļo tabulā un pielikumā)

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti							
	plānots	sasniegts						
	2014.– 2017. g.			gads				
		kopā	1.posms	2.posms	3.posms	4.posms	2018 *	2019.*
Zinātniskie rezultatīvie rādītāji								
1. Zinātnisko publikāciju skaits:								
oriģinālo zinātnisko rakstu	4							

(SCOPUS) (SNIP > 1) skaits								
Originālo zinātnisko rakstu IEEEExplore, ACM DL, SCOPUS, Web of science datubāzēs iekļautajos izdevumos skaits	22	18	6	12				
Citu originālo zinātnisko rakstu skaits	-	6	2	4				
Sagatavotas un iesniegtas		1		1				
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:								
promocijas darbu skaits	9	3	1	2				
maģistra darbu skaits	22	7	6	1				
Programmas popularizēšanas rezultatīvie rādītāji								
1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:								
konferences	14	3		3				
semināri	-	1	-	1				
rīkoti semināri	9	4	1	3				
rīkotās konferences	1	1		1				
populārzinātniskas publikācijas	3	-						
izstādes	-	-						
2. Ilgtermiņa tehnoloģiskā prognoze programmas ietvaros attīstītajiem zinātniskajiem un tehnoloģiskajiem virzieniem	1	-						
Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji								
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:								
1.1. privātā sektora līdzfinansējums programmā iekļauto projektu īstenošanai								
1.2. ieņēmumi no programmas ietvaros radītā intelektuālā īpašuma komercializēšanas (rūpnieciskā īpašuma tiesību atsavināšana, licencēšana, izņēmuma tiesību vai lietošanas tiesību piešķiršana par atlīdzību)								
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātības	320000	13575 00	197 500	116000 0**				
1.4 Zinātnisko institūciju līdzfinansējums no pašu līdzekļiem programmas izpildei (EUR):	10000	-						
2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto patentu vai augu šķirņu skaits:								

2.3. BIOFOTONIKA: attēlošana, diagnostika un monitorings

2.3.1. Projekts Nr. 3
nosaukums

BIOFOTONIKA: attēlošana, diagnostika un monitorings
--

projekta vadītājs:
vārds, uzvārds,
zinātniskais grāds
zinātniskā institūcija

Jānis Spīgulis

Dr.habil.phys.

Latvijas Universitātes Atomfizikas un spektroskopijas institūts (LU ASI)
--

amats

LU profesors, ASI Biofotonikas laboratorijas vadītājs

kontakti

<i>Tālrunis</i>	29485347; 67228249
-----------------	--------------------

<i>E-pasts</i>	janis.spigulis@lu.lv
----------------	----------------------

2. 3.2. Projekta Nr. 3 mērķi

(Norāda projekta mērķi (saskaņā ar apstiprināto projekta pieteikumu un līgumu) un informāciju par mērķa sasniegšanu/izpildi)

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Attīstīt inovatīvas tehnoloģijas neinvazīvai bioobjektu attēlu iegūšanai un apstrādei.2. Izstrādāt un aprobēt jaunas uz attēliem bāzētas klīniskās diagnostikas un monitoringa metodikas.3. Sadarbībā ar tautsaimniecības partneriem aprobēt un ieviest jaunās izstrādnes veselības aprūpē un ar to saistītās tautsaimniecības jomās, radīt pamatu konkurētspējīgu produktu un pakalpojumu izveidei. |
|---|

2.3.3. Projekta Nr. 3 uzdevumi

(Norāda projekta pārskata periodā plānotās darbības un galvenos rezultātus. Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz divas A4 lapas)

Pirmā posma uzdevumi un galvenie rezultāti.

Darba uzdevumi	Galvenie rezultāti
1. Izstrādāt eksperimentālo mērījumu metodikas jauno attēlošanas tehnoloģiju aprobācijai laboratorijas apstākļos: 1.1. vairāku monohromatisku spektrālo attēlu iegūšanai no viena digitāla krāsu attēla datiem. 1.2. sirds darbības un asinsrites parametru bezkontakta monitoringam tuvajā infrasarkanajā spektra diapazonā.	Plānots - Izstrādāt divas eksperimentālo mērījumu metodikas. Sasniegts: Izstrādātas divas eksperimentālo mērījumu metodikas – triju monohromatisku spektrālo attēlu iegūšanai no viena RGB attēla datiem un bezkontakta kardiovaskulārajam monitoringam 700-900nm spektra rajonā. (Pielikums Nr.3)
2. Sagatavot un iesniegt <i>post-deadline</i> pieteikumu referātam par projekta tematiku konferencē SPIE/BIOS'2015 (7-12/02/2015, Sanfrancisko)	Sakarā ar projekta uzsākšanas aizkavēšanos post-deadline pieteikums tika iesniegts novēloti un netika pieņemts; tā vietā sagatavotais materiāls prezentēts līdzīga līmeņa OSA konferencē <i>Optics in the Life Sciences</i> (Vancouver, CA, 12-15/04/2015) un publicēts SCOPUS citētā konferences rakstu krājumā https://www.osapublishing.org/abstract.cfm?uri=boda-2015-JT3A.39&origin=search .

Otrā posma uzdevumi un galvenie rezultāti.

Darba uzdevumi	Galvenie rezultāti
1. Veikt eksperimentālos mērījumus jauno attēlošanas tehnoloģiju aprobācijai laboratorijas apstākļos: 1.1. vairāku monohromatisku spektrālo attēlu iegūšanai no viena digitāla krāsu attēla datiem. 1.2. sirds darbības un asinsrites parametru bezkontakta monitoringam tuvajā infrasarkanajā spektra diapazonā. 1.3. audu attēlošanai tuvajā infrasarkanajā diapazonā (1-2 mikroni)	Plānots: 3 konferenču ziņojumi un 3 publikācijas par eksperimentālo mērījumu rezultātiem. Sasniegts: Izgatavotas 3 maketierīces un izstrādāti 3 algoritmi, ar kuriem veikti laboratorijas un klīniskie mērījumi un veikta datu apstrāde (3.pielikums). Pētījumu rezultāti prezentēti 5 starptautisku konferenču ziņojumos un 3 zinātniskos rakstos, no kuriem 2 ir indeksētas SCOPUS datu bāzē
2. Izstrādāt, instalēt un notestēt pilnveidotu programmatūru ādas multimodālai attēlošanai ar prototipa ierīci „SkImager”	Plānots: Pilnveidota prototipa ierīce Sasniegts: Veikti “SkImager” prototipa ierīces mehānisko un elektronisko daļu uzlabojumi un programmatūras papildinājumi.

2.3.4. Projekta Nr. 3 izvirzīto uzdevumu izpildes rezultāti

(Novērtē, kādā mērā ir sasniegti plānotie mērķi un uzdevumi. Raksturo rezultātu zinātnisko un praktisko nozīmību, kā arī rezultātu praktisko lietojumu (lietišķiem pētījumiem). Raksturo problēmas, to iespējamos risinājumus, turpmākā darba virzienus. Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz četras A4 lapas)

Projekta izvirzīto uzdevumu pētnieciskās aktivitātes un to rezultāti sīkāk izklāstīti zinātniskās atskaides pielikuma dokumentā (3. pielikums).

Atbilstoši projektā izvirzītajiem mērķiem un uzdevumiem, darbs pie to īstenošanas šajā projektā ir sadalīts četrās galvenajās aktivitātēs:

1. Metodikas izstrāde vairāku monohromatisku spektrālo attēlu iegūšanai no viena digitāla krāsu attēla datiem. Tā ietver sevī ādas patoloģiju (melanomas, asinsvadu veidojumu) diagnosticēšanas prototipa ierīces izstrādi, ādas multispektrālo attēlu apstrādes un diagnostiskās informācijas attēlošanas algoritmu izstrādi un laboratorijas testus. (3.pielikums, sadaļa 3.2.);
2. Metodikas izstrāde sirdsdarbības un asinsrites parametru bezkontakta monitoringam tuvajā infrasarkanajā spektra diapazonā. Šī metodika ietver sevī prototipa ierīces izstrādi, algoritma un datorprogrammas izstrādi asinsrites hemodinamisko parametru neinvazīvam bezkontakta optiskajam monitoringam. Metode praktiskajā pielietojumā tiek veiksmīgi izmēģināta klīnikā reģionālās anestēzijas efektivitātes bezkontakta monitoringam. (3.pielikums, sadaļa 3.3.);
3. Metodikas izstrāde ādas mitruma novērtējumam un mitruma sadalījuma attēlošanai tuvajā infrasarkanajā diapazonā. Tā ietver sevī prototipa ierīces izstrādi, kā arī algoritmu izstrādi. Metode tika izmēģināta laboratorijā un tiek veiksmīgi izmēģināta klīnikā dažādu mitrinošu krēmu ietekmes uz ādu pētījumos. (3.pielikums, sadaļa 3.4.);
4. Darbs pie multimodās ādas diagnostiskās attēlošanas prototipa ierīces („SkImager”) pilnveidojumiem. Tas ietver sevī ierīces mehānisko un elektronisko mezglu pilnveidošanu, kā arī programmatūras uzlabošanu. Prototipa ierīce iecerēta kā portatīva kompakta ierīce, kas ļautu ārstam-dermatologam ātri diagnosticēt ādas patoloģijas nepilnas minūtes laikā. (3.pielikums, sadaļa 3.5.).

Plānotie mērķi un uzdevumi ir sasniegti un pārsniegti, attīstot pētījumus arī 1. un 4. apakšaktivitātēs. Oriģinālās attēlošanas tehnoloģiju metodikas aprobētas laboratorijas un klīnikas apstākļos un apstiprināta to izmantošanas iespēja ādas patoloģisko veidojumu un mikrocirkulācijas parametru kartēšanai ar bezkontakta metodēm. Tas ir nozīmīgi klīniskajai diagnostikai un monitoringam, jo pacientam draudzīgā veidā iegūstama objektīva kvantitatīva informācija par pacienta veselības stāvokli. Zinātnisko nozīmību nosaka abu patentēto tehnoloģiju novitāte, kas apliecināta starptautiska līmeņa publikācijās.

Publikācijas SCOPUS:

1. Janis Spigulis, Ilze Oshina, “[3x3 Technique for RGB Snapshot Mapping of Skin Chromophores](#)” (online publication: [10.1364/BODA.2015.JT3A.39](#)), Bio-Optics: Design and Application 2015, Vancouver Canada, 12–15 April 2015. ISBN: 978-1-55752-954-1. [1.posms]
2. Saknīte I, Zavorins A, Jakovels D, Spigulis J, Kisis J. “Comparison of single-spot technique and RGB imaging for erythema index estimation”, Physiological Measurement, Volume 37 (2016), Number 3. pp.333-346. doi:10.1088/0967-3334/37/3/333. <http://dx.doi.org/10.1088/0967-3334/37/3/333> [2.posms]
3. J.Spigulis, I.Oshina, Z.Rupenheits. Smartphone single-snapshot mapping of skin

chromophores. OSA Technical Digests, *accepted*, (2016). [2.posms]

Publikācijas citas:

1. Inga Saknīte, Aleksejs Zavorins, Janis Spigulis, Janis Kisis “[Skin Erythema Assessment by an RGB Imaging Device: a Clinical Study](#)”, (online publication) Conference OSA Frontiers in Optics and Laser Science, 18–22 October 2015, San Jose, CA, USA. [Poster session](#) [2.posms]

Konferences un tēzes:

1. Jacob Bauer, Ville Heikkinen, Janis Spigulis “[Spectral reflectance estimation with an optical non contact device for skin assessment](#)”, Northern Optics & Photonics 2015 (NOP 2015), 2-4 June 2015, Lappeenranta, Finland. [1.posms]
2. Ilze Oshina, Janis Spigulis, “[Snapshot mapping of skin chromophores at triple-wavelength illumination](#)”, 11th International Young Scientist Conference, Developments in Optics and Communications 2015, Latvia, April 8-10, p.21, 2015. [1.posms]
3. Gatis Tunens, Inga Saknīte, Janis Spigulis, “[Modeling diffuse reflectance spectrum of skin in the near-infrared spectral range by Monte Carlo simulations](#)”, 11th International Young Scientist Conference, Developments in Optics and Communications 2015, Latvia, April 8-10, p.20, 2015. [1.posms]
4. Jacob Bauer, Ville Heikkinen, Janis Spigulis, “[Spectral reflectance estimation with an optical non contact device for skin assessment](#)”, 11th International Young Scientist Conference, Developments in Optics and Communications 2015, Latvia, April 8-10, p.12, 2015. [1.posms]
5. Ilze Oshina, Janis Spigulis, “Image processing for snapshot RGB mapping of skin chromophores”, Conference IONS Karlsruhe 2015, 26-29 June 2015. [Poster session](#). [1.posms]
6. J.Spigulis, I.Oshina “[Monochromatic spectral imaging: principles and application for skin chromophore mapping](#)”. The 2nd Israeli Biophotonics Conference (IBPC-2), December 1-2, 2015, Bar-Ilan University, Ramat-Gan, Israel. [Presentation](#) [2.posms]
7. G.Tunens, I.Saknīte, J.Spigulis. [Modelling skin diffuse reflectance spectra in the near-infrared and visible range](#). 11th International Young Scientist Conference, Developments in Optics and Communications 2016, Latvia, March 21-23, p.28, 2016. [2.posms]
8. I.Oshina, Z.Rupenheits, J.Spigulis. [Mapping of skin chromophores by snapshot taken with a smartphone](#). 11th International Young Scientist Conference, Developments in Optics and Communications 2016, Latvia Riga, March 21-23, p.31, 2016. [2.posms]
9. I. Saknīte, G. Tunens, J. Spigulis. Study on near-infrared reflectance spectroscopy of skin for noninvasive estimation of skin hydration. [LU 74.konference](#), 25.janvāris, 2016. Stenda referāts. [2.posms]
10. R. Janovskis, I. Saknīte, J. Spigulis. Infrared spectroscopy and imaging for estimation of skin hydration". Developments in Optics and Communications, Riga, March 21-23, p.39, 2016. [2.posms]

Iesniegts LV patenta pieteikums:

- Paņēmiens un ierīce hromoforu kartēšanai vairāku spektrālīniju apgaismojumā, autori J.Spīgulis un I.Ošiņa. LV patenta pieteikums P-15-137, 22.12.2015. [2.posms]

Aizstāvēts promocijas darbs:

- I.Saknīte, "Ādas bilirubīna, hemoglobīna un ūdens optiska neinvazīva noteikšana un kartēšana". (vad. J.Spīgulis) LU 11.12.2015. **[2.posms]**

Aizstāvētie maģistra darbi [1.posms]:

1. Olga Iashuka. „Determination of pulse wave velocity by the non-contact photoplethysmography method”, (Supervisor Dr. Uldis Rubīns.)
2. Jacob Bauer. “Spectral reflectance estimation with an optical non contact device for skin assessment” – University of Eastern Finland, (Supervisors Prof. Ville Heikkinen and Prof. Janis Spigulis)

Aizstāvētie balalaura darbi [1.posms]:

- I.Ošiņa, (2015) „Ādas hromoforu kartēšana trihromātiskā lāzeru apgaismojumā” (vadītājs Prof. J.Spīgulis) Latvijas Universitāte.

Projekta Nr. 3 apgūtais finansējums (euro)

		Plānots 2014.– 2017. g.	1. posms	2. posms	3. posms	4. posms
1000– 9000*	IZDEVUMI – KOPĀ	372870	63349	84419.00		
1000	Atlidzība	310739	39 206	71355,54		
2000	Preces un pakalpojumi (2100+2200+2300)	62131	12 178	13063.46		
2100	Mācību, darba un dienesta komandējumi, dienesta, darba braucieni	8500	5310	0		
2200	Pakalpojumi	39091	6655	8442.00		
2300	Materiāli			4621.46		
5000	Pamatkapitāla veidošana	0	0	0		

* Minētie skaitļi ir budžeta finansēšanas klasifikācijas kodi.

2.3.6. Projekta Nr. 3 rezultatīvie rādītāji

(Norāda pārskata periodā plānotos un sasniegtos rezultatīvos rādītājus. Informāciju atspoguļo tabulā un pielikumā)

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti							
	plānots	sasniegts						
	2014.–	gads						
	2017. g.	kopā	1.posms	2.posms	3.posms	2017.	2018.*	2019.*
Zinātniskie rezultatīvie rādītāji								
1. Zinātnisko publikāciju skaits:								
1.1. oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS) (SNIP > 1) skaits	4	0	0	0				
1.2. Oriģinālo zinātnisko rakstu	7	5	3	2				

IEEEExplore, ACM DL, SCOPUS, Web of science datubāzēs iekļautajos izdevumos skaits								
1.3. recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits		0	0	0				
1.4 Citu oriģinālo zinātnisko rakstu skaits		1	0	1				
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:								
2.1. promocijas darbu skaits	2	1	1 iesnie gts	1				
2.2. maģistra darbu skaits	6	2	2	0				
2.3. bakalauru darbu skaits		1	1	0				
Programmas popularizēšanas rezultatīvie rādītāji								
1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:								
konferences	7	8	3	5				
semināri	4	3	1	2				
rīkoti semināri	5	2	1	1				
populārzinātniskas publikācijas	4	0	0	0				
izstādes	2	1	0	1				
2 Ilgtermiņa tehnoloģiskā prognoze programmas ietvaros attīstītajam zinātniskajam un tehnoloģiskajam virzieniem Biofotonika	1	0	0	0				
Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji								
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:								
1.1. privātā sektora līdzfinansējums programmā iekļauto projektu īstenošanai	10 000	0	0	0				
1.2. ieņēmumi no programmas ietvaros radītā intelektuālā īpašuma komercializēšanas (rūpnieciskā īpašuma tiesību atsavināšana, licencēšana, izņēmuma tiesību vai lietošanas tiesību piešķiršana par atlīdzību)								
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātnības	10 000	0	0	0				
1.4 Zinātnisko institūciju līdzfinansējums no pašu līdzekļiem programmas izpildei (EUR):	12000	168 74	0	16874				
2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto	4							

patentu vai augu šķirņu skaits:								
Latvijas teritorijā	2	2	0	1				
ārpus Latvijas	2	0	0	0				
3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobēti uzņēmumos	3	4	1	3				
4. Ieviešanai nodoto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)	2	0	0	0				
5. Izveidots jauns (spin-off) uzņēmums	1	0	0	0				

* Norāda pēc programmas īstenošanas.

Projekta Nr. 3 vadītājs _____ Jānis Spīgulis _____ 04.2016
(paraksts¹) (vārds, uzvārds) (datums¹)

Zinātniskās institūcijas vadītājs _____ 04.2016
(paraksts¹) (vārds, uzvārds) (datums¹)

2.4. Tehnoloģijas drošai un uzticamai gudrajai pilsētai

2.4.1. Projekts Nr. 4.

nosaukums

projekta vadītājs:

vārds, uzvārds,

zinātniskais grāds

zinātniskā institūcija

amats

kontakti

Tehnoloģijas drošai un uzticamai gudrajai pilsētai

Ints Mednieks

Dr.sc.comp.

Elektronikas un datorzinātņu institūts

Vadošais pētnieks

Tālrunis

67558112

E-pasts

mednieks@edi.lv

2.4.2. Projekta Nr. 4 mērķi

(Norāda projekta mērķi (saskaņā ar apstiprināto projekta pieteikumu un līgumu) un informāciju par mērķa sasniegšanu/izpildi)

Projekta vispārējais mērķis ir attīstīt pasaules līmeņa kompetenci „gudro” pilsētu tehnoloģiju jomā, kuras var izmantot apkārtējās vides un pilsētas infrastruktūras monitoringam, lai nodrošinātu iedzīvotājiem drošu un uzticamu dzīves vidi, tādējādi radot pamatu konkurētspējīgu pakalpojumu un produktu izveidei.

Šajā ietvarā, saskaņā ar Valsts pētījumu programmas nolikumā programmai 2.2. "Nākamās paaudzes informācijas un komunikāciju tehnoloģiju sistēmas" izvirzītajiem 9., 10. un 11. uzdevumiem, projektam izvēlēti konkrēti darbības virzieni, kuriem definēti konkrēti mērķi:

1. Nodrošināt pilsētas centralizētu monitoringu drošības vajadzībām, balstoties uz datu ievākšanu no video un citiem sensoriem, kas izvietoti visā pilsētas teritorijā, šo datu ātru pārraidi un efektīvu apstrādi, izmantojot augstas veikspējas datu apstrādes tehnoloģijas, lai atpazītu konkrētus drošības apdraudējumus un brīdinātu par tiem;
2. Veicināt tālzipētes (satelītu vai lidmašīnās bāzētu sensoru) datu izmantošanu ārkārtas situāciju kontrolei un pilsētas zaļās zonas dinamiskai monitorēšanai, pārveidojot tajos paslēpto informāciju karšu formā, kurās ilustrēti ārkārtas situāciju vai pilsētvidi raksturojoši parametri un to izmaiņas;
3. Attīstīt mobilas uz ultraplātjoslas (UWB) antenu masīvu radaru balstītas attēlveidošanas tehnoloģijas pilsētas pazemes infrastruktūras kartēšanai un drošības sistēmu uzlabošanai darbam apgrūtinātās vai neiespējamās tiešās redzamības apstākļos, t.sk. izskatot iespēju bezvadu radarattēlu datu pārraidei izmantot 60GHz diapazonu;
4. Risināt pilsētas ūdensapgādes sistēmas bakterioloģiskā drošuma problēmas, izveidojot specializētu kontroles sistēmu.

Projekta izpildes 1. un 2. posmā sasniegtais:

1. Ir sagatavots HPC serveris un sagatavota vide (Caffe, Torch TensorFlow) dziļās apmācības uzdevumu veikšanai gudro pilsētu drošības koncepcijas realizēšanai. Implementēti un pētīti dažādi dziļās apmācības neironu tīklu arhitektūras piemēri (ieskaitot programmu divu klašu klasificēšanai uz marķētiem datiem) un noskaidrota piemērotākā, kas ļaus veikt video analīzi gudro pilsētu drošības veicināšanai.
2. Attīstīta tālzipētes datu apstrādes teorētiskā bāze, piedāvājot jaunus risinājumus zemes lietošanas klasifikācijai no multispektrālo un hiperspektrālo sensoru datiem. Izpētītas iespējas izmantot tālzipētes datus praktisku uzdevumu risināšanai pilsētās: - satelītu datu izmantošana veģetācijas un tās izmaiņu kartēšanai; - LiDAR datu imantošana precīzu zemes augstuma modeļu veidošanai plūdu situāciju analīzei.

3. *Ir veikti eksperimentāli radaru sensoru pielietojumu testi telpu drošības risinājumu izveidei: 1) telpas izmaiņu (objekta pārvietojuma) noteikšanai, 2) materiālu parametru (ledus biezuma) noteikšanai. Eksperimentāli pārbaudīta matemātiska metode mazu objektu pārvietojuma noteikšanai. Veikti pētījumi, izmantojot netradicionālu pieeju radara sensora izstarotā impulsa platuma samazināšanai (radara izšķiršanas spējas palielināšanai). Pētījumu veikšanai tika izveidots testa makets. Ir izveidots simulācijas modelis objektu lokalizācijai un pārvietojuma noteikšanai telpā. Izveidots radara sensora eksperimentāls makets.*
4. *Piedāvāti optisko sakaru tīklu uzlabojumi ātrdarbības palielināšanai: - izstrādāti 8 un 16 kanālu SS-WDM PON sistēmu ar pārraides ātrumu līdz 10 Gbit/s kanālā tehnoloģiskie risinājumi; - izstrādāts jaudīga platjoslas ASE gaismas avota skaitliskais modelis; - izveidots jauns spektrāli sagriezta raiduztvērēja modelis.*
5. *Ir uzbūvēta laboratorijas mēroga ūdens apgādes sistēma, kura ir aprīkota ar elektrovadītspējas, hlorīdu jonu, temperatūras, oksidēšanās-reducēšanās potenciāla, kopējā organiskā oglekļa, pH, spiediena un plūsmas mērīšanas ierīcēm, lai nodrošinātu dzeramā ūdens kvalitātes monitoringu tiešsaistes režīmā. Pašlaik notiek datu savākšana no sensoriem normālā režīmā un to apstrāde, no kā tiks izstrādāts modelis un kontroles sistēma, kas ir prasīts vispārējā mērķī.*

2.4.3. Projekta Nr. 4 uzdevumi

(Norāda projekta pārskata periodā plānotās darbības un galvenos rezultātus. Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz divas A4 lapas)

Darba uzdevumi	Galvenie rezultāti
1. Lielapjoma pilsētvides video un citu sensoro signālu savākšana un analīze, izmantojot augstas veiktspējas skaitļošanas resursus.	
1.1. Daudzkameru video apstrādes un drošības situāciju automatiskās analīzes un vienumu vadības sistēmas koncepcijas izstrāde.	Plānots: izstrādāta sistēmas koncepcija; Sasniegts: aprakstīta 4. pielikumā (4.2.nodaļa)
1.2. Dziļo neironu tīklu piemēra implementācija divām objektu klasēm uz Edi CUDA HPC servera	Plānots: izstrādāta programma augstas veiktspējas datoram. Sasniegts: izstrādāta programma augstas veiktspējas datoram, kas klasificē marķētus attēlus ar Dziļās apmācības metodi.
2. Tālīzpētes datu izmantošanas iespēju izpēte pilsētas drošības jautājumu risināšanai. 2.1. Pilsētas drošības uzdevumu izvēle, kurus var risināt, izmantojot tālīzpētes datus. 2.2. Projekta vajadzībām piemērotu satelītu datu izvēle un iegūšana 2.3. Pilsētu kontrolei izmantojamo tālīzpētes datu priekšapstrādes metožu izpēte literatūrā 2.4. Kontrolējamo parametru izvēle pilsētu monitoringam 2.5. Tālīzpētes datu iegūšanas sistēmas pielāgošana pilsētas monitoringam ar bezpilota lidaparāta palīdzību 2.6. Zemes izmantošanas kategoriju klasifikācija, kopīgi izmantojot dažādu sensoru datus 2.7. Veģetācijas izplatības kartēšana un izmaiņu detektēšana 2.8. Pilsētu zemes virsmas modeļu veidošana no LIDAR datiem	Plānots: Zinātniska starpatskaite. Sasniegts: pievienota 4. pielikumā (4.3.nodaļa) Plānots: Zinātnisks raksts žurnālā. Sasniegts: raksts "Selection of informative spectral bands for classification of hyperspectral images" tiek gatavots iesniegšanai žurnālā līdz 2.etapa beigām. Plānots: Aizstāvēts maģistra darbs. Sasniegts: M.Puķītis aizstāvēja maģistra darbu 2015.g.8.jūnijā par tēmu "Daudzdimensiju sadalījumu lietošanas aspekti multispektrālu attēlu analīzē"
3. Ultra-platjoslas radaru sensoru pielietojumu pētījumi un tālīzpētes datu ieguve un apstrāde pilsētas drošības monitoringam	
3.1. Ultraplatjoslas radaru sensoru pielietojumu izpēte telpu drošības sistēmu izveidei.	Plānots: Zinātniska starpatskaite; Sasniegts: aprakstīts 4. pielikumā (4.4. nodaļa). Plānots: Aiztāvēts bakalaura darbs Sasniegts: M. Abajs teicami (9) aizstāvēja bakalaura darbu par tēmu "Impulsveida ultraplattjoslas radaru sensoru pielietojumi drošības sistēmās. RTU, ETF, 2015.06.
3.2. Tālīzpētes datu ieguve un apstrāde: Optisko (termiskā starojuma, redzamās gaismas un multispektrālo attēlu) sensoru datu ieguve un apstrāde.	Plānots: Zinātniska starpatskaite; Sasniegts: aprakstīts 4. pielikumā (4.4. nodaļa). Plānots: Aiztāvēts bakalaura darbs

	Sasniegts: M. Lielpinka ļoti labi (8) aizstāvēja bakalaura darbu par tēmu "Tālizpētes datu ieguve un apstrāde, izmantojot bezpilota lidaparātu. RTU, ETF, 2015.06.
3.3. Netieša veida materiālu parametru (biezums, vadītspēja, dielektriskā caurlaidība) noteikšana izmantojot impulsu radiolokācijas metodi: Ledus biezuma noteikšanas eksperimenti un datu apstrāde	Plānots: Zinātniska starpatskaite; Sasniegts: aprakstīts 4. pielikumā (4.4. nodaļa). Plānots: Aiztāvēts bakalaura darbs Sasniegts: I.Mauriņš ļoti labi (8) aizstāvēja bakalaura darbu par tēmu "Nesagraujoša ledus segas biezuma kontrole". RTU, ETF, 2015.06.
3.4. No objektiem atstaroto signālu apstrādes metožu izpēte telpas izmaiņu, objekta pārvietojuma noteikšanai.	Plānots: Zinātniska starpatskaite Sasniegts: aprakstīts 4. pielikumā (4.4. nodaļa).
3.5. UWB radaru sensoru funkcionālo daļu izstrāde: Impulsa radara sensora eksperimentāla maketa izveide.	Plānots: Telpas drošības sensora eksperimentāls makets; Sasniegts: aprakstīts 4. pielikumā (4.4. nodaļa). Plānots: Zinātniska publikācija Sasniegts: Divi publicēti zinātniski raksti, 1 publikācija konferenču rakstu krājumā.
4. Optiskās šķiedras pārraides tehnoloģiju izstrāde	
4.1. Dažādu optisko piekļuves tīklu topoloģiju izpēte un analīze, eksperimentālā modeļa izveide ar matemātiskās modelēšanas palīdzību	Plānots: Modelis; Sasniegts: aprakstīts 4. pielikumā (4.5.nodaļa).
4.2. Aktīvo optisko elementu pielietojuma novērtējums un izstrāde optisko piekļuves tīklu risinājumos (dažāda tipa optisko pastiprinātāju, frekvenču sadalītāju, dispersijas kompensatoru izmantošana un citu). Aktīvo optisko tīkla pamatparametru novērtējums	Plānots: Publikācijas sagatavošana; Sasniegts: Iesniegta un pieņemta publikācija Plānots: Patenta pieteikuma izstrāde un iesniegšana Sasniegts: sagatavots pieteikums, iesniegts RTU patentu daļā.
4.3. Ar matemātiskās un eksperimentālās modelēšanas palīdzību jaunu ŠOPS tehnoloģiju izstrāde viedo pilsētu datu pārraidei	Plānots: Referāts Sasniegts: sagatavota prezentācija konferencei PIERS 2015
4.4. Optimālas darbības piekļuves tīklu topoloģijas izveide atkarībā no datu pārraides ātruma, modulācijas formāta, kodēšanas metodes, viļņu garuma un frekvenču joslas ar matemātiskās modelēšanas palīdzību	Plānots: patenta pieteikuma izstrāde un iesniegšana Sasniegts: Izstrādes stadijā jauns LR patenta pieteikums.
4.5. Ar eksperimentālās modelēšanas palīdzību izstrādāta jauna šķiedru optikas pārraides sistēmu tehnoloģija liela apjoma datu pārraidei viedo pilsētu vajadzībām un veikts katra izmantotā elementa pieskaņošana un parametru novērtēšana to darbības efektivitātes paaugstināšanai	Plānots: 1 promocijas darbs Sasniegts: Aizstāvēta disertācija: "Ātrdarbīgu optisko piekļuves sakaru sistēmu izstrāde un novērtējums", Dr.sc.ing. Sandis Spolītis
4.6. Viļņgarumdales blīvētas šķiedru optikas pārraides sistēmas risinājuma izmantošana viedo pilsētu datu pārraidei atkarībā no kanālu skaita, pārraides ātruma, modulācijas metodes, kodēšanas formāta un citiem parametriem	Plānots: 3 maģistra darbi Sasniegts: Aizstāvēti trīs maģistra darbi: 1. Ms.sc.ing. Matīss Viekalis, "Dispersijas kompensācijas metožu analīze un pielietojums ātrdarbīgajās WDM-PON sistēmās", 2. Ms.sc.ing. Zane Upeslāce, "DB un DPSK modulācijas formātu novērtējums WDM sakaru sistēmās", 3. Ms.sc.ing. Alvis Meņģo, "Pilnīgi optiska

	viļņa garuma pārveide viļņgarumdales blīvēšanas sistēmās” Plānots: 1 seminārs Sasniegts: Novadīts zinātniskais seminārs RTU TI par tendencēm ŠOPS PON jomā. Plānots: 3 oriģināli zinātniskie raksti ERIH (A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos Sasniegts: Iesniegti 3 oriģināli zinātniskie rakstu ERIH (A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos: 1. “An Improvement of EDFA efficiency by using Ytterbium co-doped optical fibers”, Ingrida Lavrinoviča un Jurgis Poriņš, IEEE BlackSeaCom2016. 2. “Evaluation of Erbium Doped Fiber Amplifier Application in Fiber Optics Transmission Systems”, Jūlija Putrina un Vjačeslavs Bobrovs, PIERS 2016. 3. “Performance Evaluation of a 40 Gbps WDM Transmission System with a Single-pump Raman Amplifier”, Vladislavs Bičkovs un Vjačeslavs Bobrovs, PIERS 2016.
5. Pilsētas ūdensapgādes sistēmas bakterioloģiskās kvalitātes kontroles sistēmas izstrāde	
5.1. Ūdens kvalitātes metožu (plūsmas citometrija, ATP, hlora un organiskā oglekļa mērījumi) pārbaude un optimizācija „batch” eksperimentos. Potenciāli pielietojamo sensoru identificēšana.	Metožu kopums, kas tiks izmantots dinamiskās ūdens sistēmās. Sasniegts: aprakstīts 4. pielikumā (4.6. nodaļa). Plānots: Publikācijas sagatavošana Sasniegts: iesniegtas 2 publikācijas žurnāliem <i>Water Science and Technology</i> un <i>Water Research</i>.
5.2. Pilota mēroga eksperimentālās iekārtas pielāgošana projektā paredzētajiem eksperimentiem	Plānots: Eksperimentāla ūdensapgādes sistēma Sasniegts: izveidota, aprakstīta 4. pielikumā (4.6. nodaļa).
5.3. Eksperimentālās sistēmas hidrauliskā modeļa izveide.	Plānots: Hidrauliskais modelis Sasniegts: izveidots, aprakstīts 4. pielikumā (4.6. nodaļa).
5.4. Mērījumi eksperimentālajā sistēmā	Plānots: Eksperimentu rezultāti. Izvēlēto metožu efektivitātes provizorisks rezultāti. Zinātniskā starpatskaite. Sasniegts: aprakstīti 4. pielikumā (4.6. nodaļa).
5.5. Ūdens kvalitātes metožu aprobācija pilota mēroga eksperimentiem	Plānots: Aprobētas metodes pielietojumam pilota mērogā. Sasniegts: aprakstītas 4. pielikumā (4.6. nodaļa).
5.6. Dzeramā ūdens kvalitātes modelēšanas rīka izstrāde un pārbaude pilota mēroga ūdensapgādes sistēmā un tā savietošana ar iepriekš izstrādāto hidraulisko modeli	Plānots: Dzeramā ūdens kvalitātes modelis. Sasniegts: izveidots, aprakstīts 4. pielikumā (4.6. nodaļa).

2.4.4. Projekta Nr. 4 izvirzīto uzdevumu izpildes rezultāti

(Novērtē, kādā mērā ir sasniegti plānotie mērķi un uzdevumi. Raksturo rezultātu zinātnisko un praktisko nozīmību, kā arī rezultātu praktisko lietojumu (lietišķiem pētījumiem). Raksturo problēmas, to iespējamās risinājumus, turpmākā darba virzienus. Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz četras A4 lapas)

Projekta pirmajam un otrajam etapiem izvirzītie mērķi kopumā sasniegti un uzdevumi izpildīti. Projekta izpildei izveidotas 5 pētnieku grupas ar šādiem darbības virzieniem un etapu uzdevumiem:

- EDI BIGDATA grupa izstrādās metodes un programmatūru video un citu sensoru datu apstrādei pilsētas drošības uzdevumu risināšanai (šī grupa koncentrējās uz 1. uzdevuma ar apakšuzdevumiem izpildi);
- EDI REMSENS grupa izstrādās tālzipētes datu apstrādes metodes pilsētvides kontrolei (uzdevums nr.2);
- EDI RADAR grupa izstrādās uz ultraplātjoslas radaru tehnoloģiju balstītus risinājumus pilsētas drošības sistēmu vajadzībām (uzdevums nr.3);
- RTU TI pētnieku grupa izstrādās optisko sakaru tīklu risinājumus viedo pilsētu datu pārraidei. Šī grupa koncentrējās uz 4. uzdevuma izpildi;
- RTU BF pētnieku grupa izstrādās risinājumus pilsētas ugunsapgādes sistēmas kontrolei (uzdevums nr.5.).

Zemāk aprakstītie rezultāti sakārtoti secībā, kādā definēti etapu uzdevumi 2.3.4. punktā. Uzskaitīti galvenie rezultāti kopsavilkuma formā. Pilnā zinātniskā atskaite pievienota Pielikumā Nr.4.

1. Lielapjoma pilsētvides video un citu sensoru signālu savākšana un analīze, izmantojot augstas veiktspējas skaitļošanas resursus (EDI BIGDATA)

1.1. Izstrādāta „gudrās” vai „viedās” pilsētas plaša mēroga video un citu signālu analīzes un apstrādes koncepcija. Koncepcija paredz datu savākšanu no video novērošanas kamerām un citiem sensoriem uz datu apstrādes centra serveriem, izmantojot liela ātruma komunikāciju tīklu. Galvenais uzsvars tiek likts uz video signālu analīzi saistībā ar to bagāto informācijas saturu. Saskaņā ar koncepciju, dati tiks uzkrāti specializētos serveros, to analīzes sistēma darbosies autonomi bez cilvēka līdzdalības. Analīzes rezultāti būs pieejami autorizētām personām. BIGDATA pētnieku grupas darbs tiks fokusēts uz datu apstrādes metožu un algoritmu izstrādi signālu satura analīzei, lai detektētu ar drošību pilsētā saistītus notikumus un likumu pārkāpumus.

1.2. Par piemērotāko video analīzes pieeju atzīta mākslīgo neironu tīklu izmantošana jeb Dziļā apmācība (Deep Learning). Turpmākie pētījumi tiks orientēti uz mākslīgo neironu tīklu izmantošanu, izstrādājot piemērotas šādu tīklu topoloģijas, apmācības pieejas un uz tām balstītas signālu apstrādes metodes.

1.3. Apgūta un sagatavota vide Dziļajai apmācībai uz EDI HPC servera. Lielapjoma datu apstrādei tiek gatavots arī HPC serveru klāsteris. Sagatavotā vide Dziļo neironu tīklu izstrādei balstās uz EDI HPC servera konfigurāciju ar 4 NVIDIA Tesla K20 grafisko procesoru kartēm un JupyterHub servera programmatūras.

1.4. Izveidots uz Dziļās apmācības balstīts divu klašu klasificēšanas piemērs marķētiem datiem, izmantojot TensorFlow vidi un EDI HPC serveri. Izveidota programma divu klašu attēlu detektoram "Kaķis vai Trusis", balstoties uz IMAGENET datu bāzes attēliem (www.image-net.org/challenges/LSVRC/2014). Detektors balstīts uz Dziļās apmācības tīkla konfigurāciju AlexNet (A. Krizhevsky, I. Sutskever, G.E. Hinton, **ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks**, NIPS 2012).

1.5. Implementēts unikālu objektu detektēšanas un aprakstīšanas neironu tīkls, kas attēlā redzamus objektus reprezentē vektoru formā (piem., seju meklēšanai attēlos, cita konkrēta objekta meklēšanai attēlos). Dotais neironu tīkls spēj atpazīt cilvēku sejas ar 50% precizitāti. Pētījumus paredzēts turpināt projekta 3. posmā.

1.6. Pētījums par objektu skaitīšanu attēlos ar mākslīgajiem neironu tīkliem, izmantojot līnijas detektoru. Tiek gatavota programmatūra marķēto datu sagatavošanai, lai tos varētu izmantot Dziļajā apmācībā.

1.7. Sagatavota un publicēta publikācija: K.Ozols, **Implementation of reception and real-time decoding of ASDM encoded and wirelessly transmitted signals**, IEEE MAREW 2015.

Nākošā perioda darbs būs vērsts uz ciešāku Dziļās apmācības arhitektūru izpēti un apmācības aspektiem, jo viena no video analīzes centrālajām problēmām ir marķētu datu ieguve par pilsētvides

drošības situācijām, kas kavē Dziļo neironu tīklu veiksmīgu izmantošanu.

2. Tālīzpētes datu izmantošanas iespēju izpēte pilsētas drošības jautājumu risināšanai (EDI REMSENS).

2.1. Izvēlēti šādi uzdevumi, kuru risināšanai „gudrajās” pilsētās piedāvājam izmantot tālīzpētes datus:

- Pilsētu zemes izmantošanas veidu kartēšana dažādu pilsētas dienestu vajadzībām;
- Veģetācijas kartēšana, tās izmaiņu detektēšana un augu veselības uzraudzība;
- Zemes virsmas augstuma modeļa veidošana no LiDAR datiem plūdu situāciju vadībai.

2.2. Izpētītas iespējas izmantot LANDSAT-8 satelīta datus, no tiem izveidota veģetācijas izplatības karte Rīgā. Secināts, ka šiem datiem ir nepietiekama telpiskā izšķirtspēja un jāorientējas uz Sentinel-2 satelīta datu izmantošanu, kā arī uz komerciālu satelītu datu ar augstu izšķirtspēju izmantošanu svarīgāku uzdevumu risināšanai. Iegūti WorldView-2 satelīta attēlu piemēri Rīgas un apkārtnes teritorijām. Izveidoti veģetācijas izplatības un izmaiņu karšu piemēri no WorldView-2 un Sentinel-2A satelītu attēliem.

2.3. Iegūti Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras savāktie LiDAR dati precīzu zemes augstuma modeļu veidošanai Rīgai un apkārtnē. No šiem datiem izveidoti zemes augstuma v.j.l. modeļa piemēri. Šie modeļi tiks izmantoti teritoriju applūšanas prognozēšanai.

2.4. Pētītas iespējas multisensoru datu kopīgai izmantošanai apstākļos, kad ar sensoru palīdzību iegūtie dati ir ar dažādu telpisko izšķirtspēju. Izpētītas literatūrā aprakstītās pieejas klasifikācijas uzdevumu risināšanai šādos apstākļos. Izstrādāti klasifikatori zemes izmantošanas kategoriju atšķiršanai, kas balstās uz Beijesa klasifikācijas principiem. Klasifikācijas iespēju pārbaudei izmantoti IEEE sekcijas Geoscience and Remote Sensing datu sapludināšanas konkursa dati. Izstrādāti klasifikatori zemes izmantošanas kategoriju atšķiršanai, kombinējot Gausa, Dirihlē un gamma daudzdimensiju sadalījumu modeļus. Klasifikatori tika apmācīti uz pieejamo lauka datu bāzes, uz šo pašu datu bāzes tika pārbaudīta to precizitāte. Atsevišķi tika klasificēti viena un tā paša pilsētvides rajona RGB un termālais infrasarkanais (TI) attēli, kā arī veidoti klasifikatori, kuri izmanto abu attēlu datus. Pētot dažādu varbūtību sadalījumu izmantošanas iespējas, tika izstrādāta pieeja, kā datu modelī kombinēt vairākus sadalījumus un izrādījās, ka šāda pieeja ir produktīva. Kombinējot visus 3 analizētos sadalījumus datu modelī un kopīgi izmantojot abu sensoru datus, tika iegūta augstākā klasifikācijas precizitāte- 95,8%. Iegūtie rezultāti prezentēti konferencē „Electronics 2015” Palangā.

2.5. Risināts informatīvu spektra joslu izvēles uzdevums hiperspektrālu attēlu klasifikācijai. Piedāvātas joslu izvēles metodes, iegūti Beijesa un SVM (Support Vector Machine) klasifikācijas rezultāti, izmantojot izvēlēto joslu kopas. Par šo tēmu ziņots LU 74. konferencē, tiek gatavota publikācija žurnālā (tiks iesniegta līdz 2.etapa beigām).

2.6. Veikti eksperimenti ar bezpilota lidaparātu (oktokoverti) poligonā, apgūta tā attālinātā vadība, iegūti multispektrālie un termiskā starojuma attēli, veikta multispektrālo attēlu sapludināšana, veidojot kopīgu attēlu.

Iegūtie teorētiskie rezultāti (2.4, 2.5) paplašinās tālīzpētes datu klasifikācijas zinātnisko bāzi. Risinātie praktiskie uzdevumi (2.2, 2.3, 2.6) ļaus izstrādāt un piedāvāt pašvaldībām programmatūras rīkus tālīzpētes datu apstrādei un karšu veidošanai.

3. Ultra-platjoslas radaru sensoru pielietojumu pētījumi pilsētas drošības monitoringam (EDI RADAR).

Telpu drošības sistēmu jomā izpētīta ultraplatjoslas tehnoloģiju standartizācijas situācija Eiropā un izvēlēti šādi standartos minēti potenciālie pielietojumi, uz kuriem fokusēties projektā: 1)zemes un sienu izpētes radari, 2) sensori telpu izmaiņu, objektu lokalizācijas un pārvietojuma noteikšanai ēkās.Tika veikti eksperimenti, lai pārbaudītu reālas ultraplatjoslas radaru sensoru tehnoloģijas pielietošanas iespējas drošības sistēmās. Šim nolūkam tika izveidots speciāls testēšanas stends. Stends sastāvēja no 2 pašizgatavotām antenām, pastaisītu impulsu raidītāju (<100ps īsu impulsu ģenerators), detektējamā objekta un uztvērēja (20 GHz joslas Tektronix DPO72004C osciloskopa) . Tika veikti attāluma noteikšanas eksperimenti līdz objektam. Mērījumu kļūda, objektu novietojot no 80 līdz 255 cm attālumā no stenda, nepārsniedza 6 cm. Tika veikti arī eksperimenti gadījumā, kad starp pētāmo objektu un stendu tika novietota saplākšņa loksne. Arī šajā gadījumā droši tika uztverti atstarojumi no metāla objekta, ļaujot mērīt attālumu līdz tam. Eksperimentos telpās tika

pārbaudīta arī iespēja mērīt nemetāliska objekta (ledus) biezumu. Mērot 5-17 cm biezu ledu, mērījuma kļūda nepārsniedza 2%. Tika veikti eksperimenti mazu objektu kustības detektēšanai telpās, izmantojot galveno komponentu analīzes metodi, kas ļauj kompensēt lielāku nekustīgu objektu ietekmi un noteikt ļoti mazas izmaiņas. Tika sekmīgi detektēta cilvēka un mazu objektu kustība telpā, izmantojot radaru ar centrālo frekvenci 3 GHz un joslas platumu 1,3 GHz. Piemēram, A5 izmēra burtnīcas pārvietošana. Eksperimentu rezultāti parādīja, ka ir perspektīvas izveidot uz ultraplatsjoslas radaru tehnoloģijas balstītus telpu drošības sensorus. Eksperimentāli pārbaudīta netradicionāla metode radara izšķiršanas spējas uzlabošanai. Rezultāti prezentēti konferencē un publicēti konferences rakstu krājumā. Tika uzsākts darbs pie eksperimentāla, autonoma radara sensora izveides un izveidots sensora makets un veikta sensora mezglu darbības pārbaude un noskaņošana.

Otrajā periodā tika izveidots simulācijas modelis objektu lokalizācijai un izsekošanai telpā izmantojot impulsveida radara sensoru tehnoloģiju. Modelis ļauj pārbaudīt sistēmas darbību, izmantojot imitētus sensora datus, kā arī izmantot reālus sensora datus. Modeļa pārbaude, izmantojot reālus radara sensoru signālus, norādīja uz nepilnībām pašreizējā radara sensora aparatūrā, pie kuru novēršanas strādāsim nākamajā projekta posmā. Pilnveidots un veikti pirmie testi ar telpas drošības impulsu radara sensora eksperimentālo maketu. Nākamajā posmā paredzēts strādāt pie telpas drošības sensoros piemērotāku (mazāku un vienkāršāk izgatavojamu) platjoslu antenu izveides un iespējām uzlabot radara sensora darbības attālumu.

4. Optiskās šķiedras pārraides tehnoloģiju izstrāde (RTU TI)

4.1. Veikta dažādu optisko piekļuves tīklu topoloģiju izpēte un analīze, eksperimentālā modeļa izveide ar matemātiskās modelēšanas palīdzību.

4.2. Izstrādāti 8 un 16 kanālu SS-WDM PON sistēmu ar pārraides ātrumu līdz 10 Gbit/s kanālā tehnoloģiskie risinājumi, kas ļauj tās pilnībā integrēt jau eksistējošos optiskajos piekļuves tīklos, balstītos uz ITU-T G.694.1 frekvenču plānu.

4.3. Izstrādāts jaudīga platjoslas ASE gaismas avota skaitliskais modelis, kas nodrošina +23 dBm (200 mW) vidējo izejas jaudu ar praktiski līdzenu frekvenču pārvades raksturlīkni diapazonā no 192.3 THz līdz 194.0 THz (no 1545.32 nm līdz 1558.98 nm).

4.4. Novērtēts pusvadītāju optiskā pastiprinātāja pielietojums datu pārraides ātruma palielināšanai no 2.5 līdz 10 Gbit/s 16 kanālu spektrāli sagrieztās WDM-PON sistēmās.

4.5. Izveidots spektrāli sagrieztā raiduztvērēja modelis, kas, pielietojot ciparu signālu apstrādi (DSP), ļauj pārraidīt 1 Gbit/s NRZ sagrieztu platjoslas elektrisko signālu, izmantojot elektriskās un optoelektriskās sistēmas komponentes ar 500 MHz joslas platumu, tādā veidā ļaujot realizēt ātrdarbīgāku datu pārraidi ar jau esošas pārraides sistēmas infrastruktūru.

Atrasts risinājums kā, izmantojot optiskajos piekļuves tīklos esošās elektriskās un optoelektriskās komponentes ar ierobežotu frekvenču caurlaides joslu, pārraidīt ātrdarbīgākus signālus, kam salīdzinoši ir nepieciešama vismaz divreiz platāka frekvenču josla. Elektriskās un optoelektriskās komponentes, kas atrodas ātrdarbīgā šķiedru optikas piekļuves pārraides sistēmas raidītāja un uztvērēja blokā (raiduztvērējā), tiek uzskatītas par tās vājo posmu, jo tām ir ierobežota frekvenču caurlaides josla un pārraides ātrums. Elektrisko komponentu pārraides ātrums un attiecīgi arī caurlaides joslu ierobežo tajos esošo tranzistoru pārslēgšanās ātrums, kā arī siltums, kas rodas tās rezultātā un kuru ir nepieciešams novadīt. Ierobežotās caurlaides joslas problēmas risinājums, kas neprasa pilnīgu raiduztvērēju nomaiņu ir elektrooptiskais spektrāli sagrieztas raiduztvērējs ātrdarbīgu optisko signālu pārraidei un uztveršanai piekļuves tīklos, kur, lietojot ciparu signālu apstrādi (*DSP*), tiek sagrieztas elektriskais pamatjoslas (angl. *baseband*) signāls, kas satur pārraidāmo informāciju. Atsevišķas sagrieztā signāla daļas tiek pārraidītas caur šķiedru optisko piekļuves tīklu, un uztvērējā tiek atjaunots sākotnējais signāls. Šāds spektrāli sagrieztas raiduztvērējs spēj nodrošināt lielākus pārraides ātrumus, izmantojot jau esošos raiduztvērējus ar ierobežotu frekvenču caurlaides joslu. Šādā veidā telekomunikāciju pakalpojumu sniedzējs var daudzkārt palielināt optiskā piekļuves tīkla aparatūras frekvenču caurlaides joslas platumu un attiecīgi – arī pārraides ātrumu. Nākamās paaudzes optiskajiem piekļuves tīkliem ir jābūt adaptīviem attiecībā uz nodrošināmo datu pārraides frekvenču joslu, kas spēj dinamiski mainīties atkarībā no lietotāja pieprasījuma. Līdz ar to spektrāli sagrieztā raiduztvērēja tehnoloģija, lietojot *DSP*, tuvākajā nākotnē būs potenciāls risinājums, lai pārvarētu ierobežojumu, ko uzstāda elektronisko iekārtu ierobežotā frekvenču josla.

5. Pilsētas ūdensapgādes sistēmas bakterioloģiskās kvalitātes kontroles sistēmas izstrāde (RTU BF).

Projekta 1.un 2. posmam tika izvirzīti darba uzdevumi, kas kalpotu par pamatu nākošo pētniecības projekta posma pētījumiem. Šo darba uzdevumu veikšana un rezultātu sasniegšana ir kritiska turpmākajam zinātniskajam darbam. Projektā izvirzītie uzdevumi ir veikti, līdz ar to arī izvirzītie mērķi ir konceptuāli sasniegti.

Projekta ietvaros ir veikta padziļināta literatūras analīze, kura apkopota zinātniskajā publikācijā "Review on Existing and Emerging Biological Contamination Detection Tools for Drinking Water Distribution Systems", kas prezentēta starptautiskā zinātniskā konferencē un iesniegta publicēšanai žurnālā *Water Science and Technology (WST): Water Supply*. Literatūras studiju ietvaros tika noskaidrotas progresīvākās un modernākās metodes mikrobioloģisko parametru analīzei dzeramā ūdens paraugos. Tika secināts, ka adeno-zīntrifosforskābes mērījumi (ATP) un plūsmas citometrijas (FCM) metodes ir vienkārši un ātri pielietojamas, kā arī rezultātus ar tām ir iespējams iegūt vairāk nekā 100 reizes ātrāk nekā ar līdz šim izmantotajām metodēm. Darbs ar ATP metodi apkopots zinātniskajā publikācijā "Behavior and stability of adenosine triphosphate (ATP) during chlorine disinfection", kas iesniegta publicēšanai žurnālā *Water Research*. Izvēlētās metodes ir aprobētas un pielāgotas pētījumiem laboratorijas mēroga ūdens apgādes sistēmās, kā arī pārbaudītas reāla mēroga ūdens apgādes sistēmā.

Izvirzītie mērķi nav pilnībā sasniegti publicitātes sadaļā, jo projekta ietvaros izstrādātās publikācijas ir iesniegtas augstas kategorijas žurnālos, kuros recenzēšana aizņem ļoti ilgu laika periodu, līdz ar to faktiskā zinātnisko publikāciju publicēšana nav notikusi plānotajos termiņos. Projekta ietvaros ir izprojektēta un izbūvēta laboratorijas mēroga ūdens apgādes sistēma, kas imitē hidrauliskos apstākļus atbilstoši reālām ūdens apgādes sistēmām. Šī sistēma ir aprīkota ar elektrovadītspējas (EVS), hlorīdu jonu (Cl⁻), temperatūras, oksidēšanās-reducēšanās potenciāla (ORP), summārā organiskā oglekļa (TOC), pH, spiediena un plūsmas mērīšanas ierīcēm, lai nodrošinātu tiešsaistes dzeramā ūdens kvalitātes monitoringu. Izvēlēto ierīču jeb sensoru kombinācija ir ekonomiski izdevīgākais, līdz ar to arī potenciāli reālā mērogā īstenojamākais risinājums attiecībā pret nosakāmo parametru ticamību un korelācijām ar mikrobioloģisko piesārņojumu. Veiksmīgu eksperimentu rezultātā šāda veida sistēmas var tikt izplatītas un uzstādītas reāla mēroga ūdens apgādes tīklos. Šāda veida sistēmas ir būtisks faktors dzeramā ūdens drošības plānos.

Atbilstoši izveidotajai laboratorijas mēroga ūdens apgādes sistēmai ir izveidots hidrauliskais modelis, kas ļauj matemātiski simulēt fizikālos sistēmas parametrus, līdz ar to prognozēt tos ilgtermiņā. Turklāt ir izveidots dzeramā ūdens kvalitātes modelis, kas ir salāgojams gan ar hidraulisko sistēmas modeli, gan ar tiešsaistes datu nolasīšanas sistēmu. Tiek veidota datu bāze ar dzeramā ūdens kvalitātes parametru izmaiņām ikdienas režīmā. Laboratoriskajos eksperimentos tiks noskaidrotas parametru izmaiņas pie dažāda tipa piesārņojumiem, kas tiks iekļautas datu bāzē. Piesārņojuma konstatējuma gadījumā tiks izziņota trauksme.

Līdz šim eksperimentāli iegūtie rezultāti ir nozīmīgi dzeramā ūdens kvalitātes monitoringa dati valsts mērogā, kā arī progresīvo metožu pielietojums dzeramā ūdens kvalitātes monitoringā ir unikāls pētījums pasaules mērogā. Ātras un uzticamas metodes ir nākotnes ūdens apgādes sistēmu monitoringa stūrakmens.

2.4.5. Projekta Nr. 4 apgūtais finansējums (EUR)

		Plānots 2014.– 2017. g.	1. posms	2. posms	3. posms	4. posms
1000– 9000*	IZDEVUMI – KOPĀ	624253	129647	147527		
1000	Atlidzība	510769	102009.89	129185		
2000	Preces un pakalpojumi (2100+2200)	113484	21238.63	18342.3		
2100	Mācību, darba un dienesta komandējumi, dienesta, darba braucieni	26150	4348.51	1734.11		
2200	Pakalpojumi	56754	168890.12	16608.2		
5000	Pamatkapitāla veidošana		6398.48	0		

* Minētie skaitļi ir budžeta finansēšanas klasifikācijas kodi.

2.4.6. Projekta Nr. 4 rezultatīvie rādītāji

(Norāda pārskata periodā plānotos un sasniegtos rezultātos rādītājus. Informāciju atspoguļo tabulā un pielikumā)

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti					
	plānots	sasniegts				
	2014.–					
	2017. g.	kopā	1.posms	2.posms	3.posms	4.posms
D. Zinātniskie rezultatīvie rādītāji						
1. Zinātnisko publikāciju skaits:		6	2	4		
oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS) (SNIP > 1) skaits	6	0	0	0		
Oriģinālo zinātnisko rakstu IEEEExplore, ACM DL, SCOPUS, Web of science datubāzēs iekļautajos izdevumos skaits	15	5	2	3		
recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits	1	0	0	0		
Citu oriģinālo zinātnisko rakstu skaits		1	0	1		
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:						
promocijas darbu skaits	5	1	0	1		
maģistra darbu skaits	17	7	0	7		
3. Uzlaboto studiju kursu skaits		0	0	0		
4. Pētniecība						
4.1 programmātūras prototipi	2	0	0	0		
4.2 Metodikas apraksti	4	0	0	0		
4.3 Maketi, prototipi, tehnoloģijas	4	0	0	0		
4.4 iesaiste starptautiskajos projektos		1	0	1		
E. Programmas popularizēšanas rezultatīvie rādītāji						
1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:						

konferencēs	12	6	2	4		
semināri		0	0	0		
rīkoti semināri	7	3.5	1.25	2.25		
populārzinātniskas publikācijas, pasākumi, informācija masu mēdijos	4	0	0	0		
izstādes	-	0	0	0		
rīkotas starptautiskas konferences						
2 Ilgtermiņa tehnoloģiskā prognoze programmas ietvaros attīstītajiem zinātniskajiem un tehnoloģiskajiem virzieniem	1	0	0	0		
F. Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji						
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:						
1.1. privātā sektora līdzfinansējums programmā iekļauto projektu īstenošanai (EUR)						
1.2. ieņēmumi no programmas ietvaros radītā intelektuālā īpašuma komercializēšanas (rūpnieciskā īpašuma tiesību atsavināšana, licencēšana, izņēmuma tiesību vai lietošanas tiesību piešķiršana par atlīdzību) (EUR)						
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātnības (EUR)	10000	30437.58	27437.58	3000		
1.4 Zinātnisko institūciju līdzfinansējums no pašu līdzekļiem programmas izpildei (EUR)	174300	51492.53	16763	34729.53		
2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto patentu vai augu šķirņu skaits:						
Latvijas teritorijā	6	1	1	0		
ārpus Latvijas	0	0	0	0		
3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobēti uzņēmumos	3	0	0	0		
4. Ieviešanai nodoto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)		0	0	0		

Pielikums tabulai.

Publikācijas:

1. K. Ozols "Implementation of reception and real-time decoding of ASDM encoded and wirelessly transmitted signals." Microwave and Radio Electronics Week 2015

- (MAREW2015), Pardubice, Czech Republic, April 21-23, 2015 (+prezentācija konferencē).
2. K. Krumin'sh, V. Peterson, V. Plotsin'sh. „The influence of thermal hysteresis of a clocked comparator on the operation of the comparator type sampling converter”, Automatic Control and Computer Sciences, July 2015, Volume 49, Issue 4, pp. 245-253.
 3. E. Hermanis, M. Greitans, V. Aristov. „Identification of characteristics of two-terminal networks from the pulse response of the current” Automatic Control and Computer Sciences, July 2015, Volume 49, Issue 4, pp 239-244.
 4. Dejus S., Nescerecka A., Nazarovs S., Juhna T., „Review on Existing and Emerging Biological Contamination Detection Tools for Drinking Water Distribution Systems (DWDS) Online Monitoring”, Proceedings of the 7th IWA Eastern European Water Professionals Conference, Belgrade, 2015, p.320-332 (+prezentācija konferencē).
 5. Aristov, V.; Shavelis, R.; Shupols, G.; Cirulis, R., "An investigation of non-traditional approach to narrowing the GPR pulses," in Radioelektronika, 2015 25th International Conference, vol., no., pp.373-375, 21-22 April 2015 (+prezentācija konferencē).
 6. S. Spolitis, L. Gegere, A. Alsevska, I. Trifonovs, J. Porins, and V. Bobrovs „Optical WDM-PON Access System with Shared Light Source” Progress In Electromagnetics Research Symposium, PIERS 2015 in Prague, Czech Republic, 06-09 July, 2015 (+prezentācija konferencē).
 7. Ingrīda Lavrinoviča un Jurgis Poriņš "An Improvement of EDFA efficiency by using Ytterbium co-doped optical fibers", IEEE BlackSeaCom'2016 (iesniegts).
 8. Jūlija Putrina and Vjačeslavs Bobrovs "Evaluation of Erbium Doped Fiber Amplifier Application in Fiber Optics Transmission Systems", PIERS 2016 (iesniegts).
 9. Vladislavs Bičkovs and Vjačeslavs Bobrovs "Performance Evaluation of a 40 Gbps WDM Transmission System with a Single-pump Raman Amplifier", PIERS 2016 (iesniegts).
 10. Aivars Lorencs, Ints Mednieks, Juris Sinica-Sinavskis “On selection of informative bands for classification of hyperspectral images”, Automatic Control and Computer Sciences (tiekl gatavots iesniegšanai).

Prezentācijas konferencēs:

1. Vladimir Aristov, Rolands Shavelis, Gatis Shupols and Rudolfs Cirulis. „An Investigation of Non-traditional Approach to Narrowing the GPR Pulses”. MAREW 2015. Microwave and Radio Electronics Week 2015. 25th International Conference “Radioelektronika 2015”. Pardubice, Czech Republic, April, 21-22, 2015. Poster session.
2. Aivars Lorencs, Ints Mednieks, Juris Sinica-Sinavskis “Classification of Multisensor Images With Different Spatial Resolution”. The 19th International Conference ELECTRONICS 2015, Palanga, Lithuania, 15-17 June, 2015.
3. Aivars Lorencs, Juris Sinica-Sinavskis “Spectral channel selection using variance”, LU 74th conference, Riga, February, 2016.
4. Dejus S., Nescerecka A., Nazarovs S., Juhna T., „Review on Existing and Emerging Biological Contamination Detection Tools for Drinking Water Distribution Systems” (DWDS) Online Monitoring, Proceedings of the 7th IWA Eastern European Water Professionals Conference for young and senior water professionals, Belgrade, 2015, p.320-332.
5. Nescerecka A., The application of adenosine-triphosphate (ATP) measurements for determination of bacterial viability in chlorinated drinking water, How Dead is Dead Conference IV, Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Dübendorf/Zurich, Switzerland, 21–22 May 2015.
6. Nescerecka, A., Juhna, T., Hammes, F., 2015. „Automated Flow Cytometry Approaches for Assessment of Chlorination Efficacy on Aquatic Bacterial Communities”, How Dead

is Dead IV conference, Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Duebendorf/Zurich, Switzerland, 21–22 May 2015. Poster session.

7. Nescerecka, A., Juhna, T., Hammes, F., 2015. „The Application of Adenosine-Triphosphate Measurements for Determination of Bacterial Viability in Chlorinated Drinking Water”, How Dead is Dead IV conference, Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Duebendorf/Zurich, Switzerland, 21–22 May 2015. Poster session.

Patenti:

1. LR patents Nr.15068. Stroboskopiskais pārveidotājs ultraplātjoslas radiolokācijas signālu atklāšanai. Izgudrotāji: Kārlis Krūmiņš, Vilnis Pētersons, Valdemārs Plociņš, Aivars Ševerdaks. Īpašnieks: Elektronikas un datorzinātņu institūts. Publicēts 20.11.2015.
2. Patenta pieteikums iesniegts: Sandis Spolitis, Lilita Gegere, Anita Alsevska, Ilja Trifonovs, Jurgis Poriņš, Vjačeslavs Bobrovs „WDM-PON tehnoloģijas realizācija”.

Aizstāvētie maģistra darbi:

1. Matīss Viekalis „Dispersijas kompensācijas metožu analīze un pielietojums ātrdarbīgajās WDM-PON sistēmās”, konsultants Prof. Dr.sc.ing. Ģirts Ivanovs;
2. Viktors Romans „Hromatiskās dispersijas kompensācijas plāna izpēte un novērtējums garajās OŠL”, konsultants Prof. Dr.sc.ing. Jurgis Poriņš;
3. Ilona Ābola „Hromatiskās dispersijas kompensācijas metožu novērtējums WDM-PON sistēmā”, konsultants Prof. Dr.sc.ing. Ģirts Ivanovs;
4. Alvis Meņģo „Pilnīgi optiska viļņa garuma pārveide viļņgarumdales blīvēšanas sistēmās” konsultants Prof. Dr.sc.ing. Ģirts Ivanovs.
5. Agris Silis „Optisko signālu reģenerācijas pilnīgi optiskā ceļā”, konsultants Prof. Dr.sc.ing. Jurgis Poriņš;
6. Mārtiņš Puķītis "Daudzdimensiju sadalījumu lietošanas aspekti multispektrālu attēlu analīzē" (zinātniskais vadītājs prof. Aivars Lorencs, aizstāvēts LU FMF 08.06.2015).

Aizstāvētie bakalaura darbi:

1. Abajs, M. (2015). “Impulsveida ultraplātjoslas radaru sensoru pielietojumi drošības sistēmās. RTU, ETF, 2015.06. <https://nda.rtu.lv/en/view/14134>
2. Lielpinka, M. (2015). “Tālīzpētes datu ieguve un apstrāde, izmantojot bezpilota lidaparātu. RTU, ETF, 2015.06. <https://nda.rtu.lv/en/view/14023>
3. Maurins, M. (2015). “Nesagraujoša ledus segas biezuma kontrole”. RTU, ETF, 2015.06. <https://nda.rtu.lv/en/view/14130>.

Organizēti **3 publiski semināri** par 4.projekta rezultātiem 1. un 2.posmos, piedalījāties 2 SOPHIS programmas publiskajos semināros.

Projekta Nr. 4 vadītājs

(paraksts)

I.Mednieks

(vārds, uzvārds)

04.2016.g.

(datums)

Zinātniskās institūcijas vadītājs

(paraksts¹)

I.Tentere

(vārds, uzvārds)

04.2016.g.

(datums¹)

Pielikums Nr1. Appendix 1 Scientific report Project No.1 Development of technologies for cyber physical systems with applications in medicine and smart transport"(KiFiS);

Pielikums Nr2. Appendix 2 Scientific report Project No.2 “Ontology-based knowledge engineering technologies suitable for web environment”;

Pielikums Nr3. Appendix 3 Scientific report Project No.3.”Biophotonics: imaging, diagnostics and monitoring” (BF);

Pielikums Nr4 . Appendix 4 Scientific report Project No.4 “Development of technologies for secure and reliable smart-city”.;