

Valsts pētījumu programmas SOPHIS 4.projekts

Tehnoloģijas drošai un uzticamai gudrajai pilsētai

Dalībnieki: Elektronikas un datorzinātņu institūts (EDI)
RTU Telekomunikāciju institūts (RTU TI)
RTU Būvniecības fakultātes Ūdens
pētniecības laboratorija (RTU BF)

Projekta vadītājs: Ints Mednieks (EDI)
mednieks@edi.lv

Seminārs 07.12.2016

Saturs

- **Pārskats par projekta izpildi 3.posmā**
- **EDI BIGDATA – video datu apstrāde drošai pilsētvidei
(vadītājs Kaspars Sudars)**
- **EDI RADAR – ultraplatjoslas radaru izmantošana
(vadītājs Gatis Šūpols)**
- **EDI REMSENS – tālīzpētes datu izmantošana pilsētu izpētei
un monitorēšanai (vadītājs Ints Mednieks)**
- **RTU TI – optisko sakaru tīklu veidošana pilsētas drošības
jautājumu risināšanai (Andis Supe)**
- **RTU BF – pilsētas ūdensapgādes sistēmas piesārņojuma
kontrolē (Sandis Dejus)**

Plānotie/sasniegtie rezultāti 3.posmā

- **Zinātniskas publikācijas: 6 / 8**
- **Aizstāvēti maģistra darbi: 5 / 4**
- **Aizstāvēti bakalaura darbi: 3 / 3**
- **Prezentācijas konferencēs: 1 / 7**
- **Algoritmi: 2 / 2**
 - **plūdu simulēšana (EDI REMSENS)**
 - **trauksmes izziņošana (RTU BF)**

Publikācijas

Publikācijas ar SNIP>1

1.Nescerecka, A., Juhna, T., Hammes, F., 2016. Behavior and stability of adenosine triphosphate (ATP) during chlorine disinfection. Water Research 101, 490–497. doi:10.1016/j.watres.2016.05.087

Publikācijas SCOPUS vai WoS:

1.K. Sudars, I.Bilinskis, E.Buls, Discrete Fourier Transform of the signals recovered by using high-performance Event Timers, Baltic Electronics Conference 2016, Tallinn, Estonia (IEEE Xplore, SCOPUS).

2.Lorencs A, Mednieks I, Siņica-Siņavskis J. 2016 "Selection of Informative Bands for Classification of Hyperspectral Images Based on Entropy", Proc. of BEC2016, the 15th Biennial Conference on Electronics and Embedded Systems. Tallinn, Estonia on October 3-5, 2016. pp. 135-138 (IEEE Xplore, SCOPUS).

3.Aristov, V. (2016) Optimization of the transmitter pulse duration by the criterion of the radiation spectrum maximization at a given frequency. Automatic Control and Computer Sciences. 50(4), 220-225. [Scopus] Springer Link.

4.Sergejs Olonkins, Vjaceslavs Bobrovs, Girts Ivanovs "FOPA Pump Phase Modulation and Polarization Impact on Generation of Idler Components", Elektronika ir Electrotechnika, Vol.77, No.4, 2016, pp. 77-81, ISSN 1392-1215 (to be included in SCOPUS).

5.Lavrinoviča, I., Poriņš, J., Brūklītis, E., Supe, A. Evaluation of Effective Area and Nonlinearity Coefficient of Erbium-Ytterbium Doped Optical Fibers. In: Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2016): Proceedings, China, Shanghai, 8-11 August, 2016. Shanghai: The Electromagnetics Academy, 2016, pp.1-5. ISBN 78-1-934142-30-1. ISSN 1559-9450. e-ISSN 1559-8985 (to be included in SCOPUS).

6.Nescerecka, A., Hammes, F., Juhna, T., 2016. A pipeline for developing and testing staining protocols for flow cytometry, demonstrated with SYBR Green I and propidium iodide viability staining. Journal of Microbiological Methods 131, 172–180. doi:10.1016/j.mimet.2016.10.022.

7.K. Sudars, Face Recognition Face2vec Based on Deep Learning: Small Database Case, Automatic Control and Computer Science (accepted).

8.A.Lorencs, I.Mednieks, J.Sinica-Sinavskis. "Informative hyperspectral band subset selection based on entropy" (in preparation to submit to IEEE JSTARS journal).

Citas zinātniskās publikācijas

1.Aristov V. Karhunen Loeve Transform As a Tool to Eliminate Signal's Redundancy, When Small Targets Detection. Sciences of Europe. Vol 2, № 2 , 2016. Praha, Czech Republic.

2.Dejus, S., Rusenieks, R., Nescerecka, A., Nazarovs, S., Juhna, T., *Long Term Drinking Water Quality Monitoring in Drinking Water Supply Systems by On-Line Sensors*, Book of Abstracts, 8th Eastern European Young Water Professionals Conference, Gdansk, Poland, 2016, p.73-74, ISBN 978-83-7493-936-2

Ziņojumi konferencēs

1. K. Sudars, I. Bilinskis, E. Buls, Discrete Fourier Transform of the signals recovered by using high-performance Event Timers, Baltic Electronics Conference 2016, Tallinn, Estonia.
2. Lorencs A, Mednieks I, Siņica-Siņavskis J. 2016 "Selection of Informative Bands for Classification of Hyperspectral Images Based on Entropy", Proc. of BEC2016, the 15th Biennial Conference on Electronics and Embedded Systems. Tallinn, Estonia on October 3-5, 2016.
3. Shakya, S., Supe, A., Lavrinoviča, I., Spoļītis, S., Poriņš, J. Different Optical Fiber Nonlinear Coefficient Experimental Measurements. No: Proceedings of 6th International Workshop on Fiber Optics in Access Networks (FOAN 2016), 2016, 1.-4.lpp (to be included in SCOPUS).

RTU BF grupas rezultāti prezentēti šādās starptautiskās konferencēs:

4. RTU 57th international scientific conference in the "Heat, Gas and Water Technology" subsection (12th October, Riga, Latvia)
5. RTU 57th international scientific conference in the "Smart Biotechnologies" subsection (17th October, Riga, Latvia)
6. IWA Microbial Ecology in Water Engineering & Biofilms 2016 (4-7th September, Copenhagen, Denmark)
7. IWA 8th Eastern European Young Water Professionals Conference, Gdansk, Poland, 12-14 May 2016

Aizstāvēti maģistra darbi

1. Valts Dilendorfs "Effectiveness Evaluation of Dispersion Compensation Methods in FOTS" (Vadītājs Dr.sc.ing. Vjačeslavs Bobrovs), aizstāvēts 2016;
2. Jūlija Putrina "EDFA Characteristics and Working Principle Evaluation in FOTS" (Vadītājs Prof. Dr.sc.ing. Vjačeslavs Bobrovs), aizstāvēts 2016];
3. Reinis Grūnvalds "Dispersion analysis in OPGW transmission lines" (Vadītājs Prof. Dr.sc.ing. Jurgis Poriņš) aizstāvēts 2016;
4. Vladislavs Bičkovs "Research of RAMAN Amplification in Fiber-optic Communication Systems" (Vadītājs Prof. Dr.sc.ing. Vjačeslavs Bobrovs), aizstāvēts 2016.

EDI BigData grupa

Aktivitāte: Lielapjoma pilsētvides video un citu sensoru signālu savākšana un analīze, izmantojot augstas veiktspējas skaitļošanas resursus

Uzdevums: Attīstīt video analīzes algoritmus un metodes iepriekš zināmu darbību vai notikumu scenāriju atpazīšanai pilsētas drošības veicināšanai

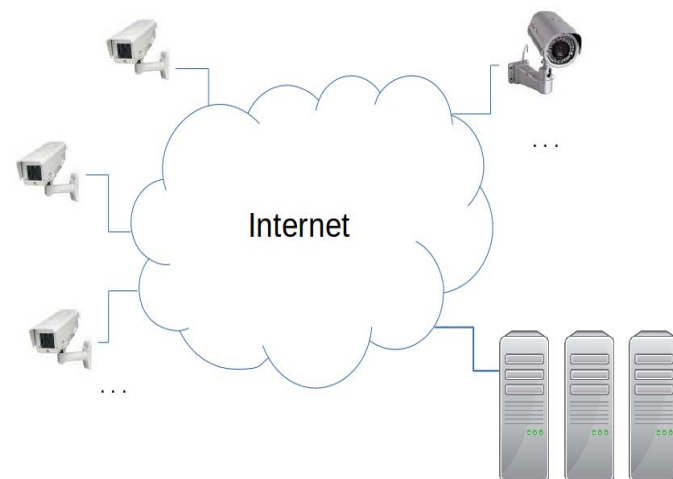
Grupas cilvēki:

Kaspars Sudars
Roberts Kadiķis
Ričards Cacurs

3. posma apakšuzdevumi:

Izstrādāt attēlu apstrādes metodes drošas pilsētvides veicināšanai

- unikālu objektu atpazīšanai video signālos
- objektu skaitīšanai ar līnijas detektoru video signālos



Data gathering and analysis servers

Unikālu objektu atpazīšana attēlos: cilvēku seju atpazīšana (Kaspars Sudars)

Uzdevums:

- 1. Objektu, attēlotu bildē, reprezentēt ar pazīmju vektoru**
- 2. Novērtēt dziļās apmācības pieeju deskriptoru veidošanā**

Pašlaik labākais seju identificēšanas rezultāts:

Google FaceNet sistēma sasniedz 99.63% precizitāti uz LFW (Labeled Faces in the Wild) datubāzes (publikācija: Florian Schroff, Dmitry Kalenichenko, James Philbin, *FaceNet: A Unified Embedding For Face Recognition and Clustering*, arXiv:1503.03832, 2015)

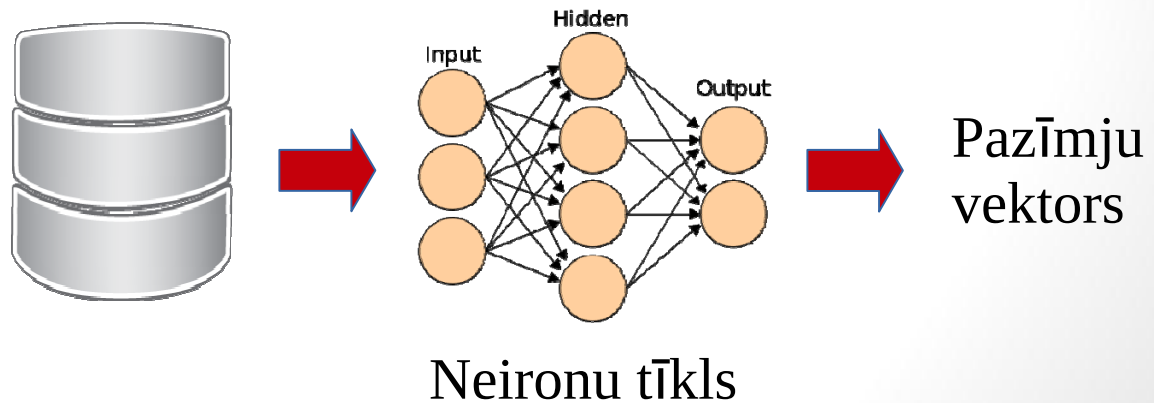
Face2vec

Unikālu objektu atpazīšana

COLOR-FERET

Treniņa kopa:
10148 attēli
905 klases

Pārbaudes kopa:
1190 bildes
108 klases

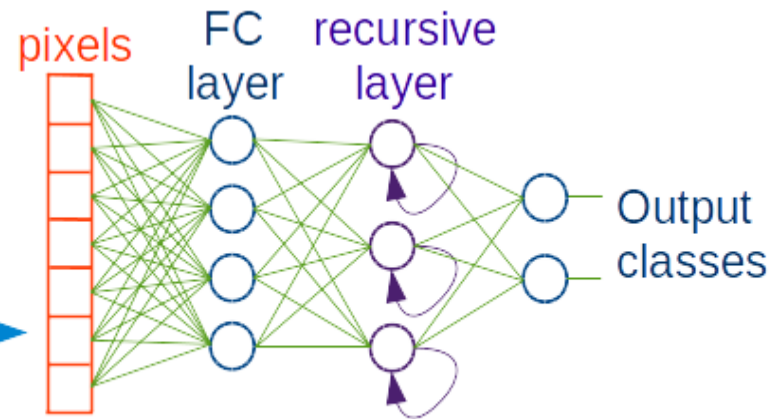
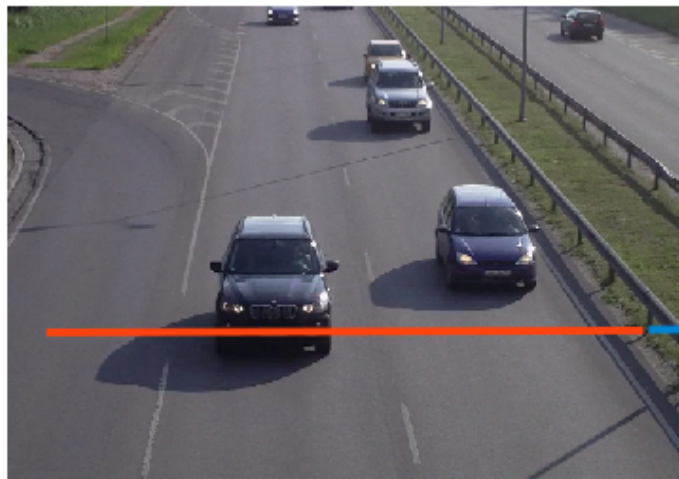


Rezultāti

	MNT-1, Color-FERET datubāze (VPP 2. posms)	MNT-2, Color-FERET-fa-fb datubāze, (tagad)
Klase (personas vārds) atrasta uzreiz, [precizitāte, %]	52.27	94.94
Klaše atrasta 2 mēģinājumos, [%]	68.51	97.98

Kustīgu objektu atklāšana attēlos

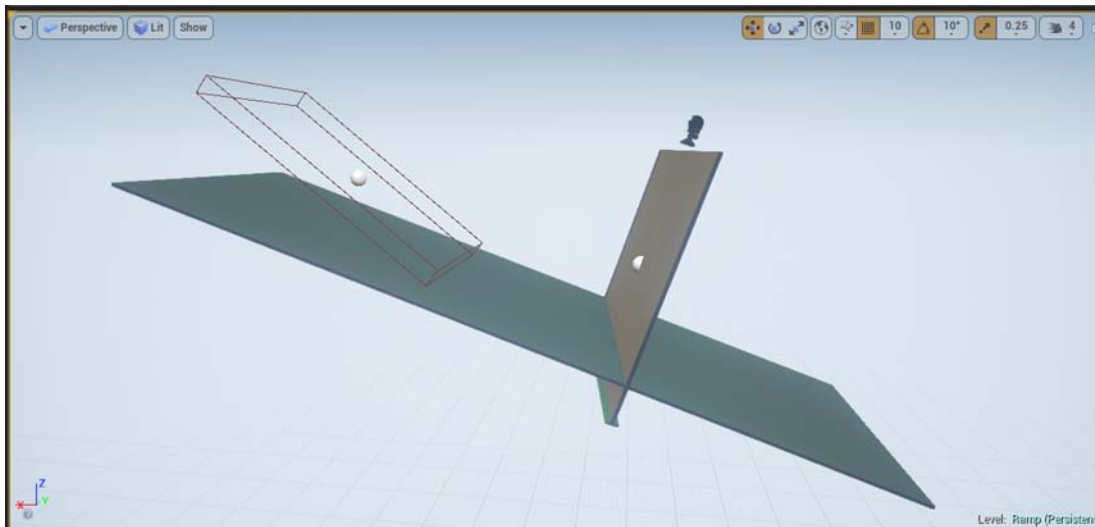
(Roberts Kadiķis)



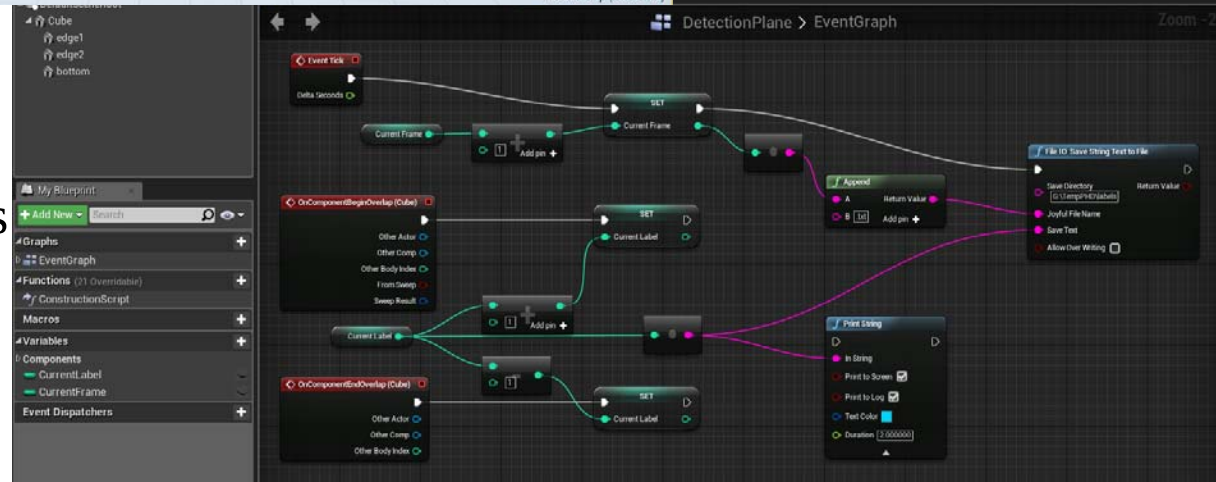
Kustīgu objektu detektēšanai attēlos ar līnijas detektoru nepieciešams liels apjoms marķētu datu.

Vienkārši objekti Unreal Engine 4

Ripojošu lodīšu
simulators

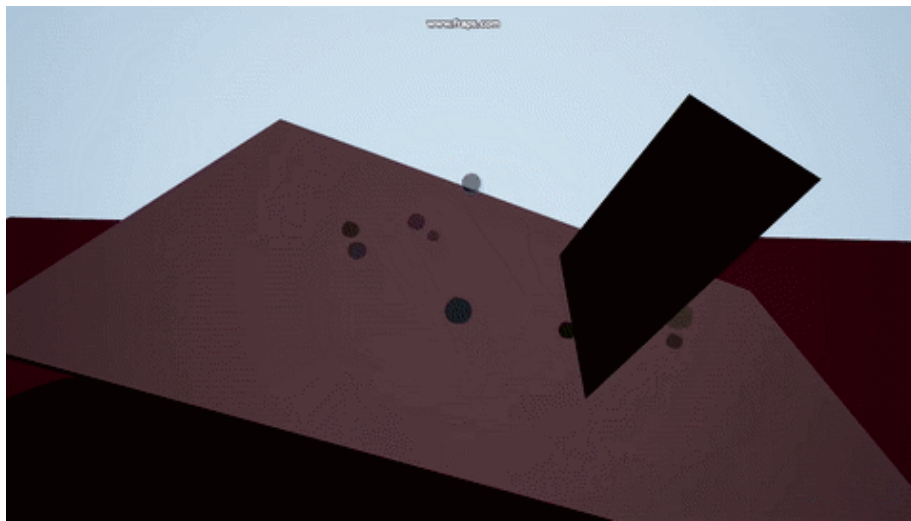


Vizuālās skriptēšanas
sistēma

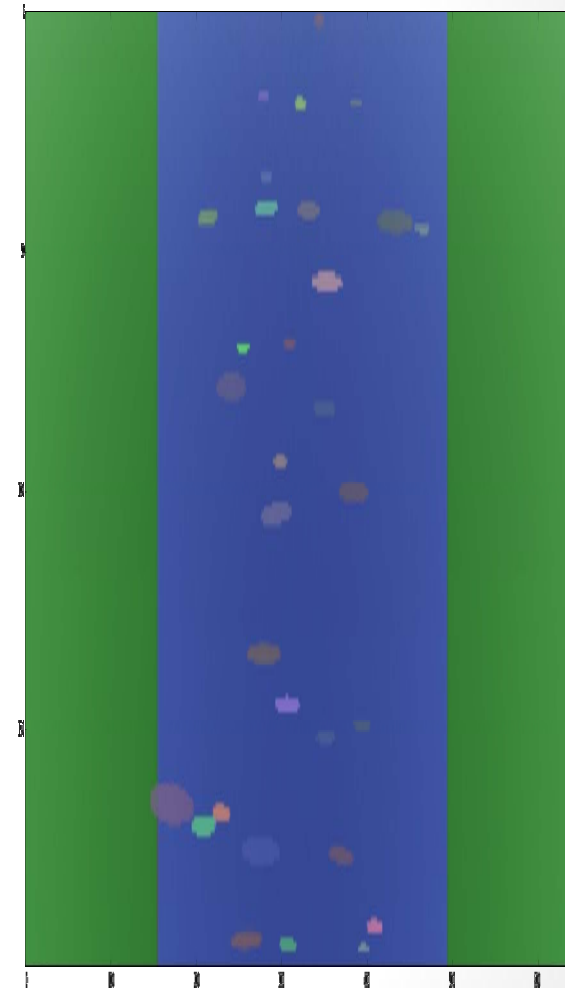
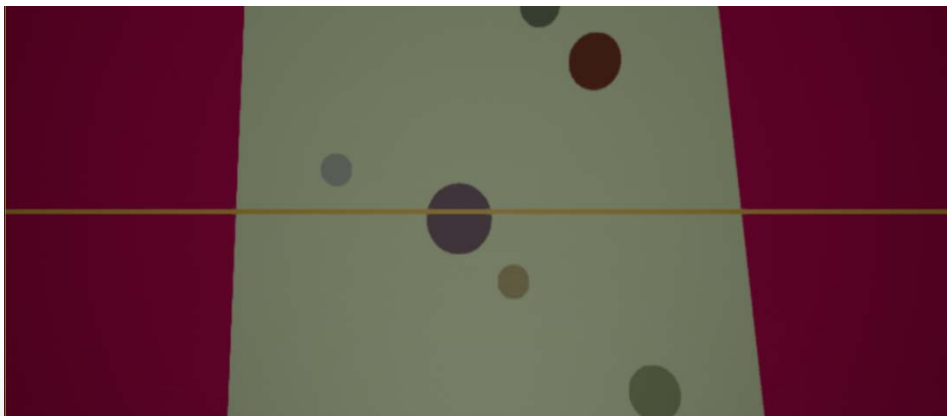


Vienkārši objekti

Unreal Engine 4



Skats no kameras



Saģenerētas 8.9 stundas
markētu datu

EDI BigData rezultātu kopsavilkums

- Izstrādātā seju atpazīšanas sistēma sasniedz 94.94% precizitāti uz COLOR-FERET datu bāzes. Rezultātu iespējams uzlabot, jo parādījušās jaunas markētas datubāzes: MS-Celeb-1M, YouTube-8M un IMDB-WIKI.
- Pieņemts publicēšanai raksts K. Sudars, Face Recognition Face2vec Based on Deep Learning: Small Database Case, Automatic Control and Computer Science
- Publicēts raksts K. Sudars, I.Bilinskis, E.Buls, Discrete Fourier Transform of the signals recovered by using high-performance Event Timers, Baltic Electronics Conference 2016, Tallinn, Estonia

EDI RADAR

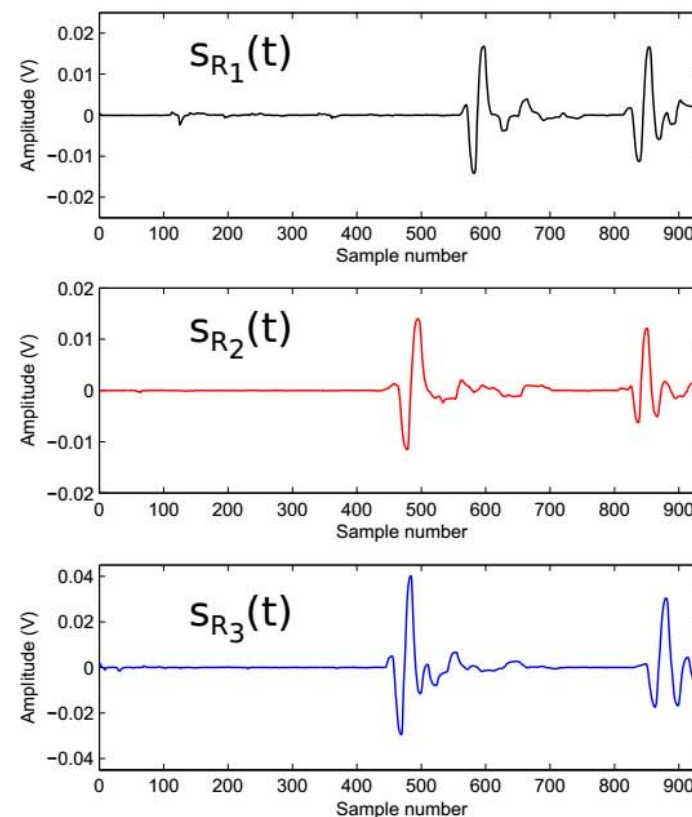
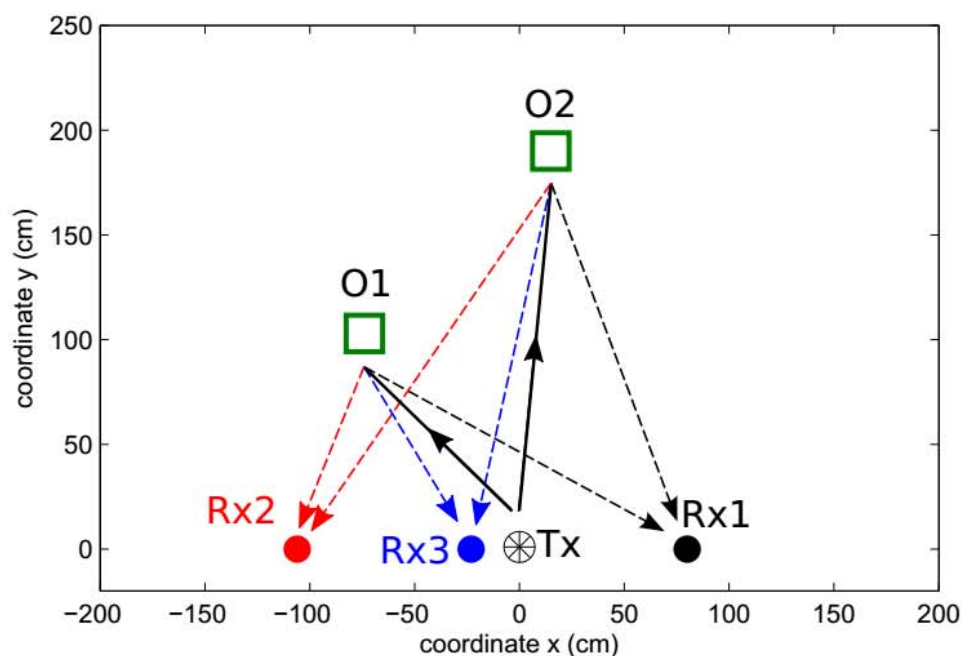
(Gatis Šūpols)

3. posma uzdevumi:

1.No objektiem atstaroto signālu apstrādes metožu izstrāde un eksperimentāla pārbaude telpas izmaiņu un objektu pārvietojumu (trajektoriju) noteikšanai.

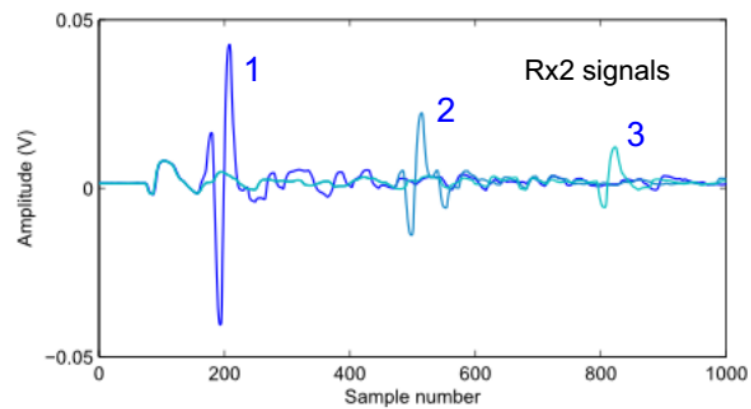
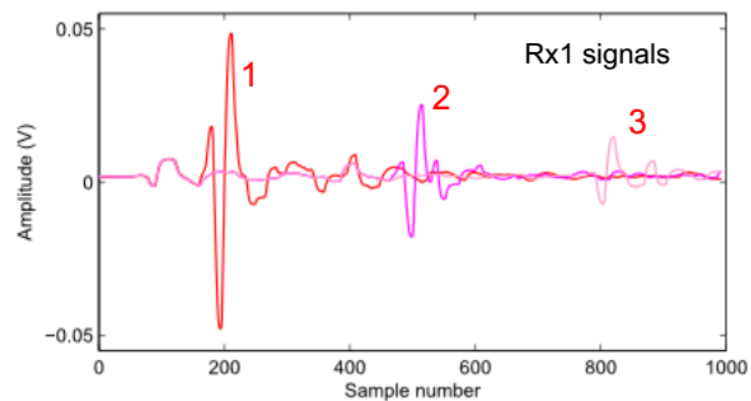
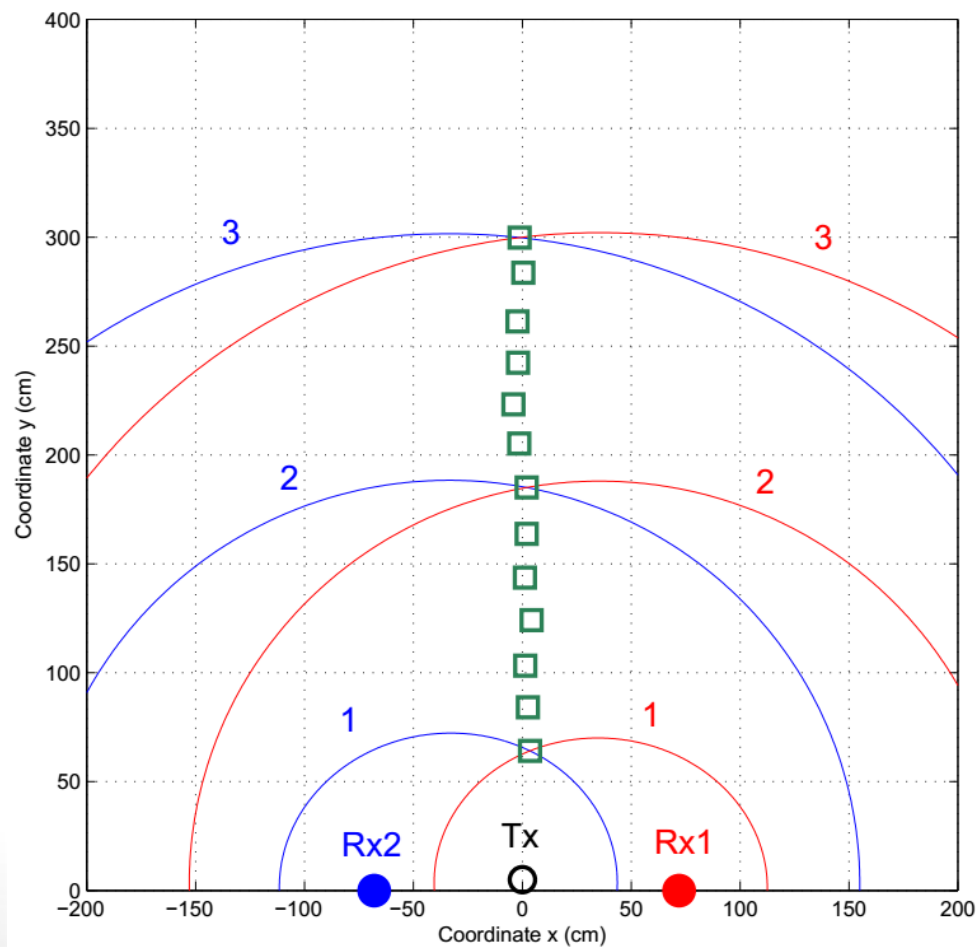
2.Ultra-platjoslas radaru sensoru moduļu uzlabošana sensoru tāl darbības palielināšanai.

Kustīgu objektu izsekošana telpā (2D)



- Izmantojot 1 raidītāju un 3 uztvērējus, var noteikt objektu stāvokli telpā
- Kompensē atstarojumus no telpā esošiem statistiskiem objektiem

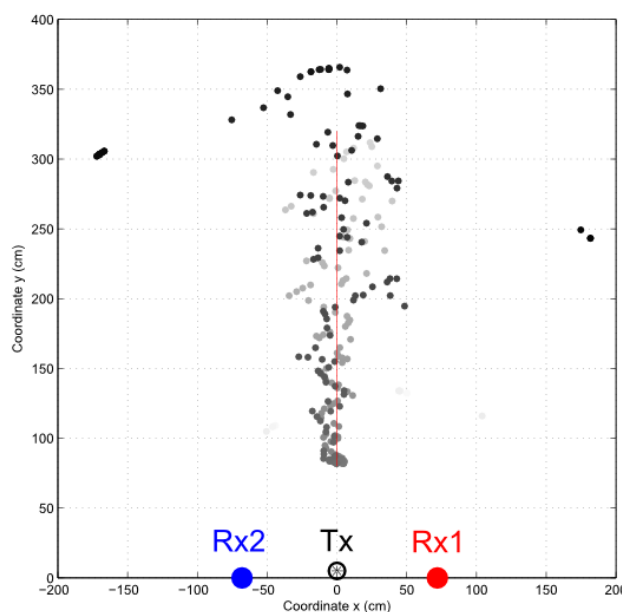
Iekārtas kalibrēšana



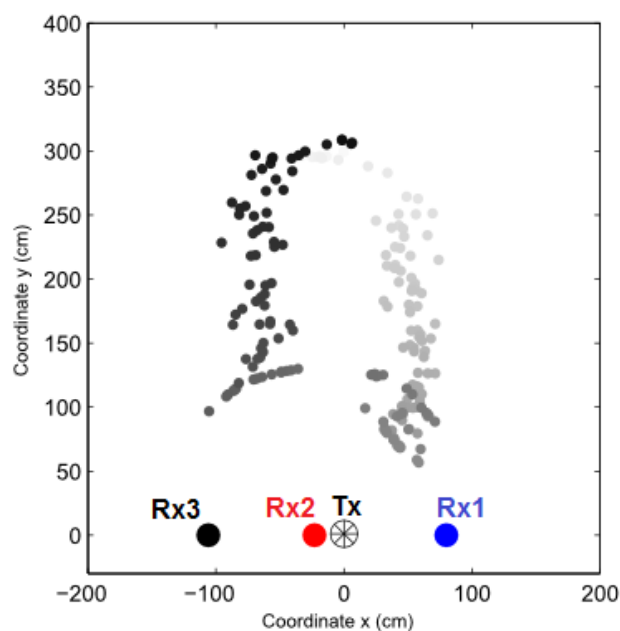
kompensē laika nobīdes, izmantojot metāla plāksni zināmā vietā

Cilvēka izsekošana telpā (2D)

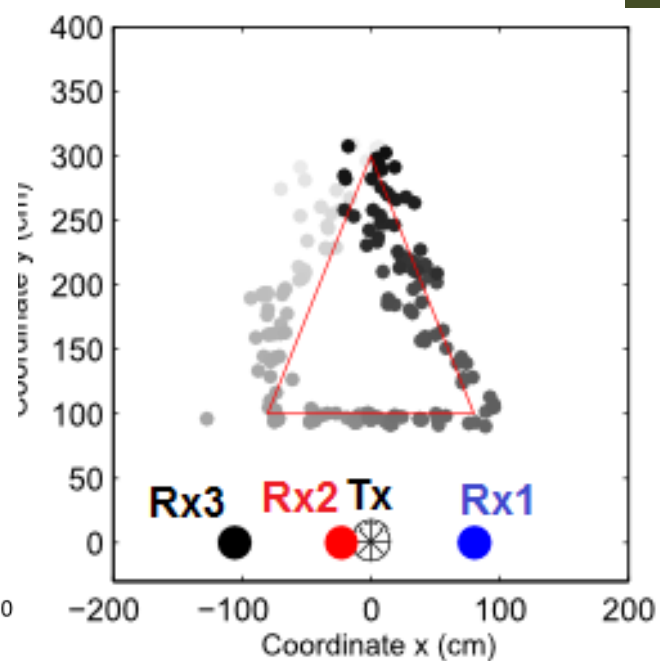
Cilvēks pārvietojas
pa taisni



Divi cilvēki pārvietojas
pa taisni



Divi cilvēki pārvietojas
pa trijstūra trajektoriju



Tehnoloģija ir eksperimentālas pārbaudes līmenī (TRL 3 – proof of concept)

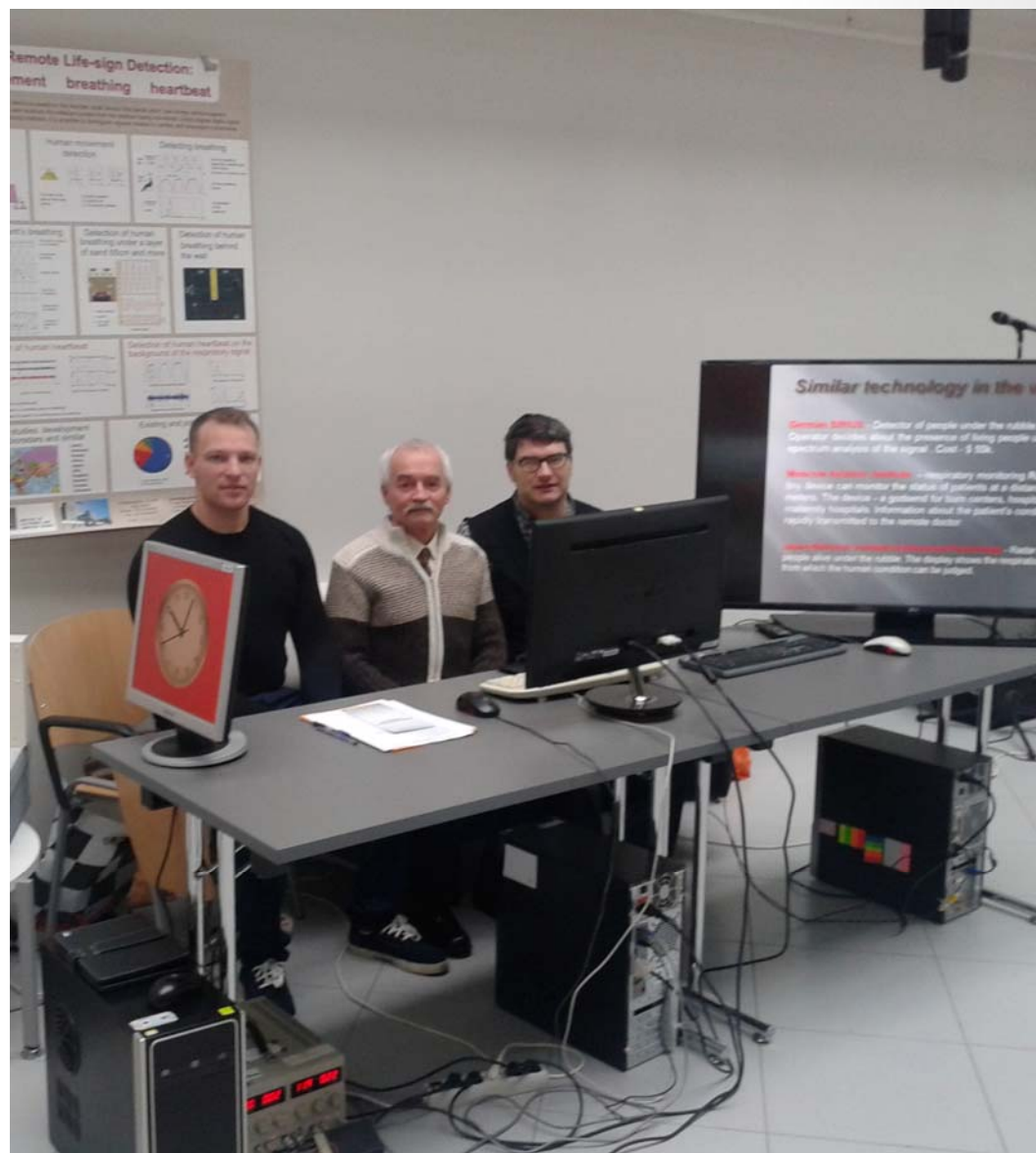
Dalība izstādē Minox 2016

Izgudrojumu un
inovāciju izstādē
demonstrēta:

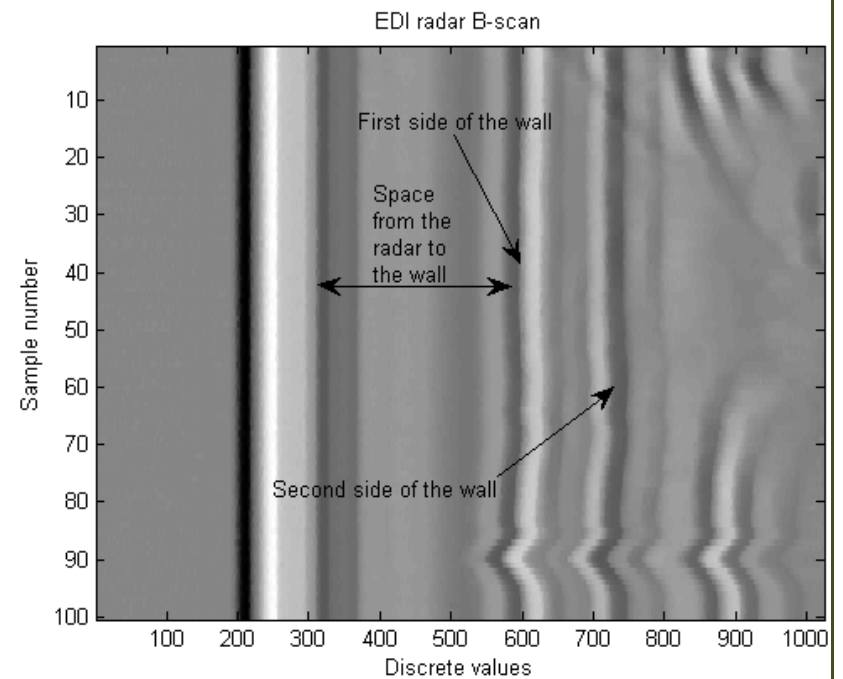
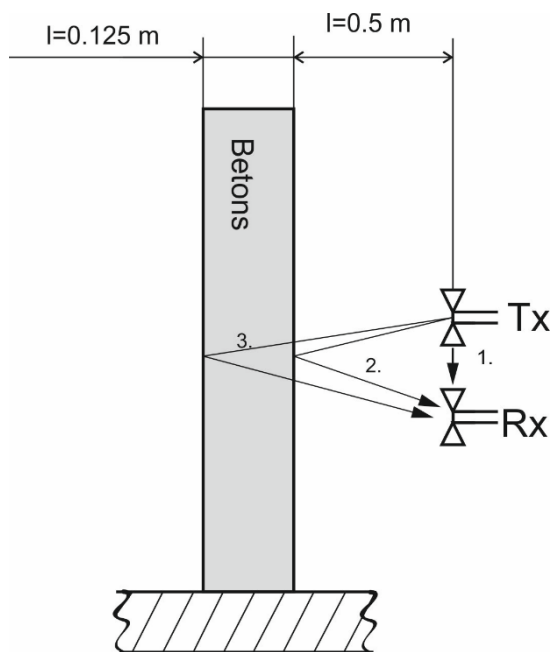
**Ierīce attālinātai
dzīvības pazīmju
(elpošanas,
sirdsdarbības)
noteikšanai**

Izmantots tuvas
darbības impulsu
radars

TRL līmenis: 4

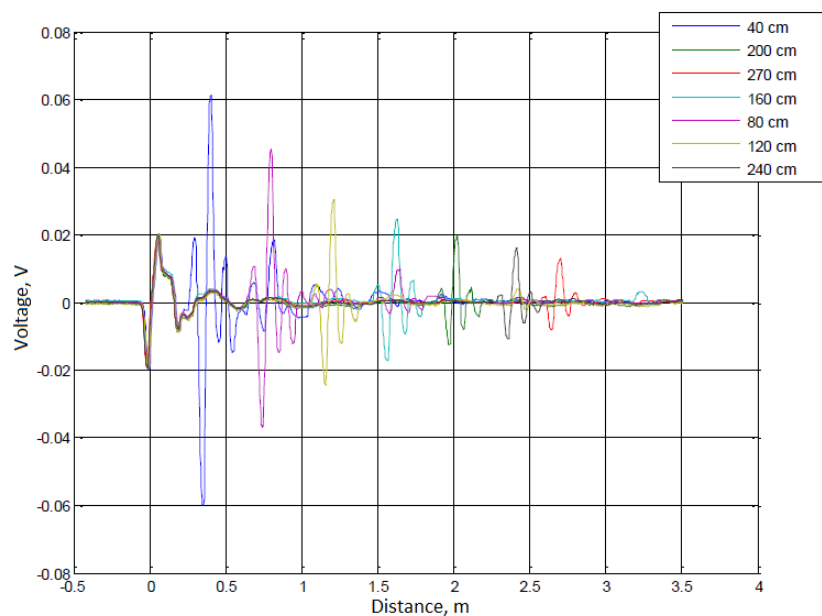


Konstrukciju izpēte, izmantojot zemes zondēšanas un sienas zondēšanas radaru (bakalaura darbs)

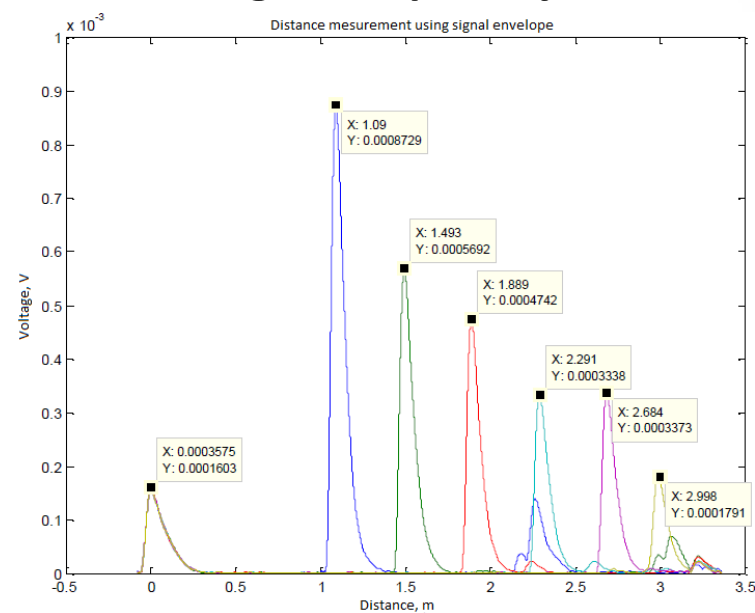


Telpu izmaiņu un objektu kustības noteikšanas sensoru risinājumi (1) (bakalaura darbs)

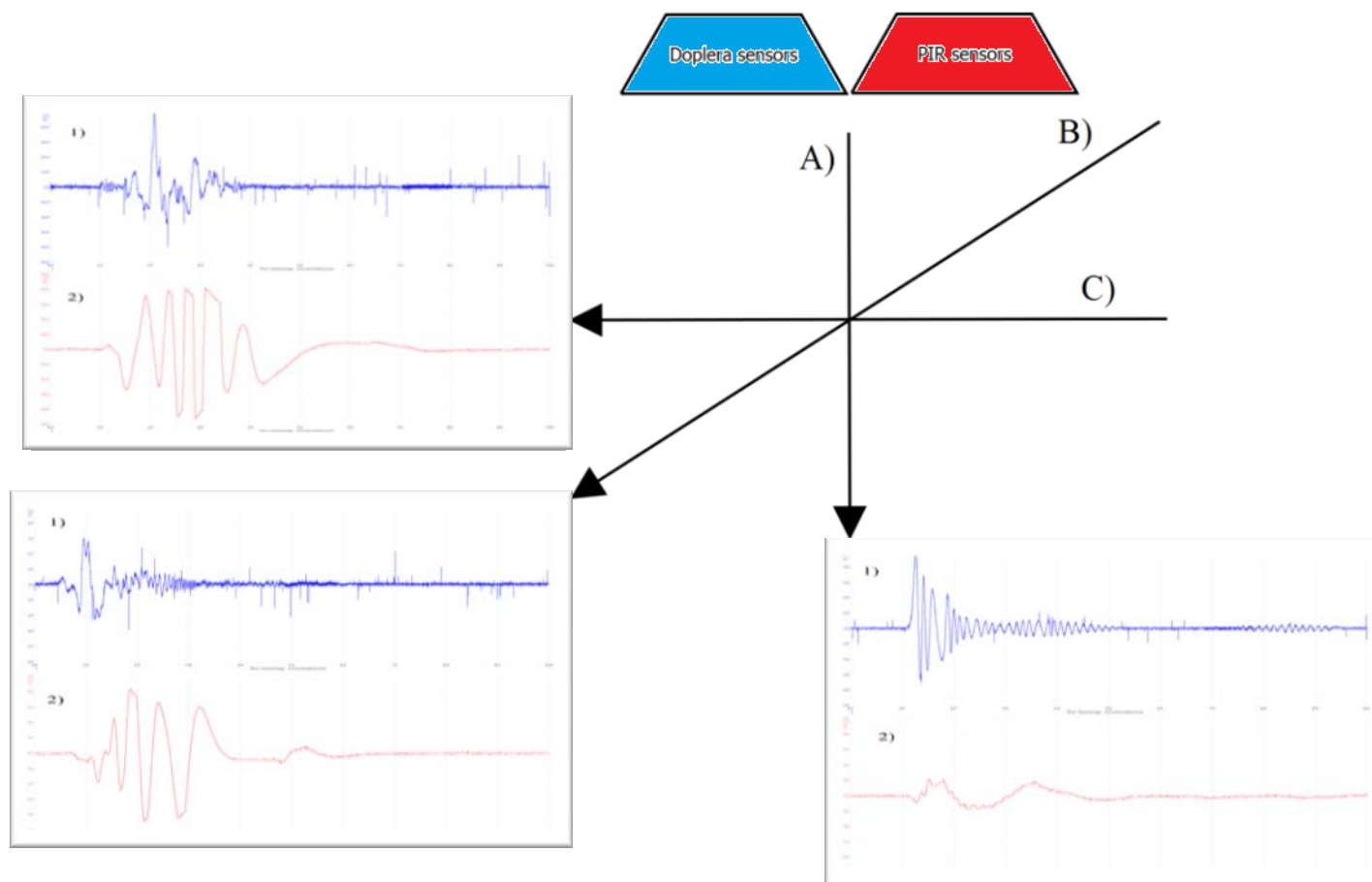
UWB radara sensora signāls



Ultraskaņas sensora signāla apliecēja



Telpu izmaiņu un objektu kustības noteikšanas sensoru risinājumi (2) (bakalaura darbs)



Rezultātu apkopojums

Publikācijas zinātniskos žurnālos

- 1)Aristov V. (2016) **Karhunen loeve transform as a tool to eliminate signal's redundancy, when small targets detection**. Sciences of Europe. Vol 2, № 2
- 2)Aristov, V. (2016) **Optimization of the transmitter pulse duration by the criterion of the radiation spectrum maximization at a given frequency**. Automatic Control and Computer Sciences. 50(4), 220-225. [Scopus] [Springer Link](#)

Projekta ietvaros izstrādāti un aizstāvēti bakalauru darbi

- 1)Bērziņš R. (2016) **Konstrukciju izpēte, izmantojot zemes zondēšanas un sienas zondēšanas radaru**. Rīgas Tehniskā universitāte. <https://ndr.rtu.lv/lv/view/15574/>
- 2)Lobanovs E. (2016) **Telpu izmaiņu un objektu kustības noteikšanas sensoru risinājumi**. Rīgas Tehniskā universitāte. <https://ndr.rtu.lv/lv/view/16465/>

Dalība izstādē: prezentēts ierīces prototips

- 1.Izgudrojumu un inovāciju izstāde MINOX 2016. 2016. gada 7.-8. oktobrī, Rīgas Tehniskās universitātes Dizaina centrā, Kļipsalas ielā 6, Rīgā. Prezentēta: **Ierīce attālinātai dzīvības pazīmju (elpošanas, sirdsdarbības) noteikšanai**.

EDI REMSENS

3.posma uzdevumi:

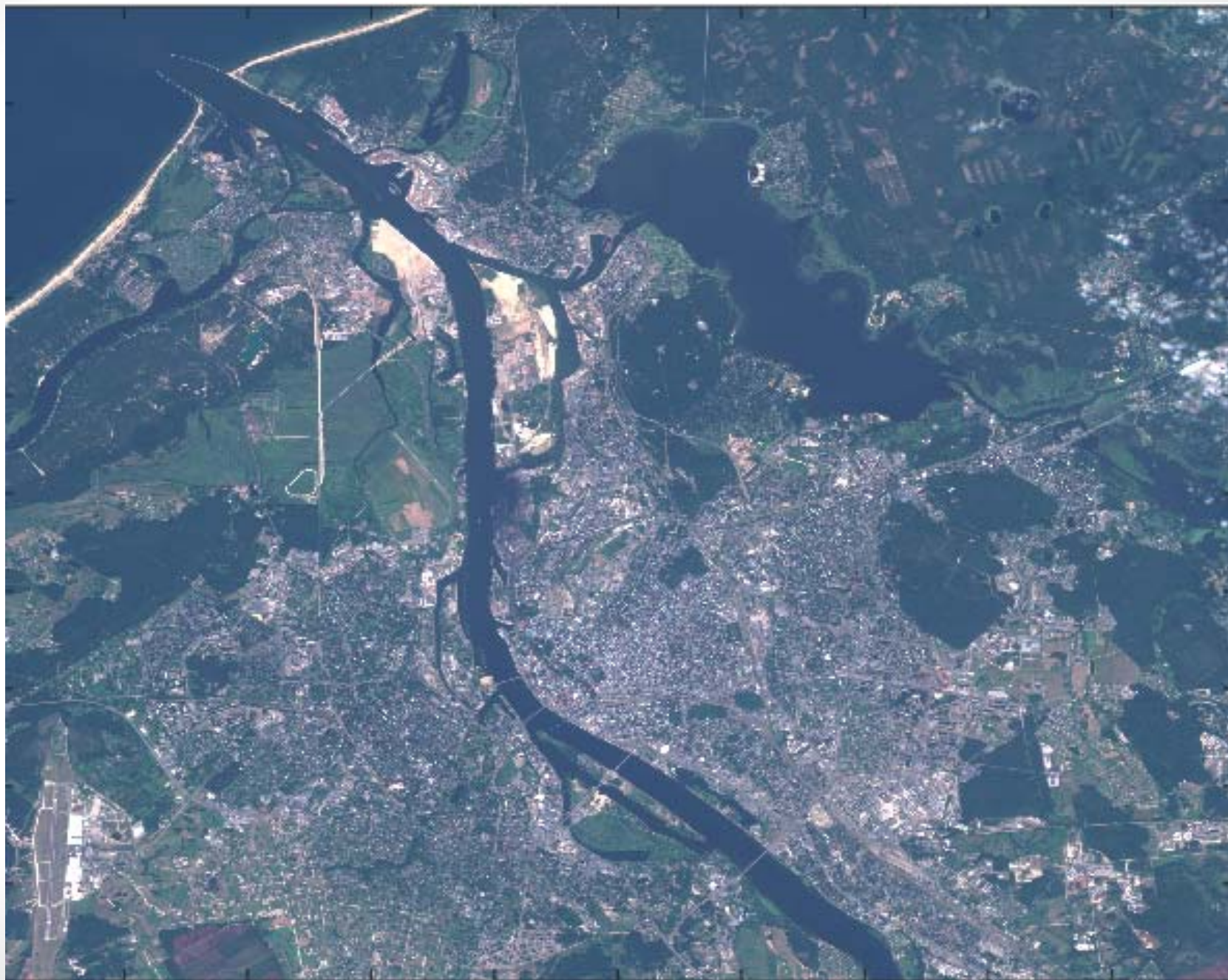
- 1.Pilsētu zemes izmantošanas un veģetācijas izplatības karšu veidošana ĢIS sistēmai ar izmaiņām laikā
- 2.Algoritma izstrāde pilsētu teritorijas applūšanas prognozēšanai, izmantojot zemes virsmas modeļu veidošanu no LIDAR datiem
- 3.Informatīvu spektra joslu izvēle hiperspektrālo attēlu klasifikācijai

Pilsētu zemes izmantošanas un veģetācijas izplatības karšu veidošana

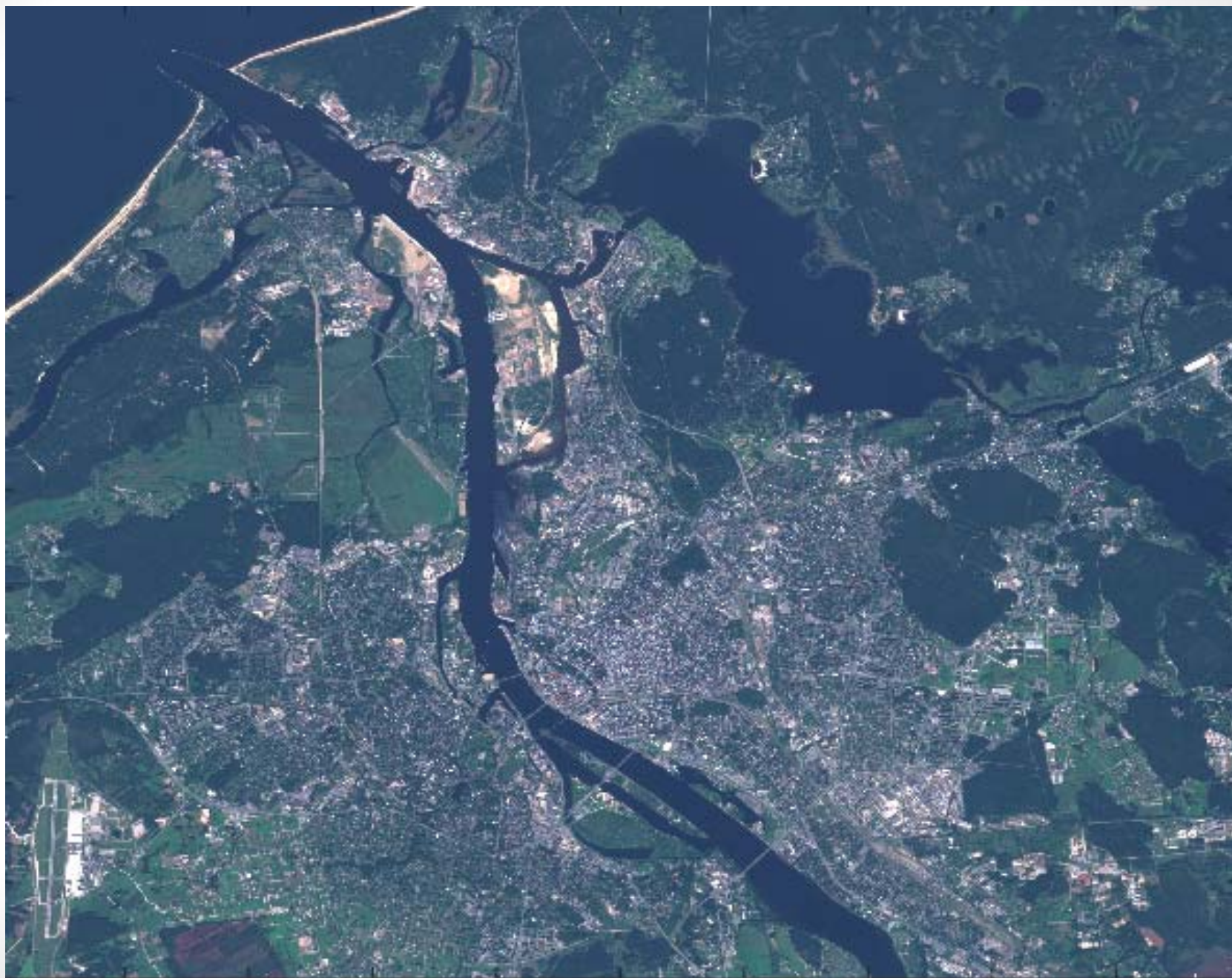
(Mārtiņš Puķītis)

- Uzdevums – izveidot kartes, kas raksturo:
 - Veģetācijas izmaiņas
 - Veģetācijas tipus
- Karšu veidošanā ir izmantoti Sentinel-2 dati, kas iegūti ar gada intervālu
- Veģetācijas noteikšanai ir lietots NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)
 - $NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$
- Zemes izmantošanas kartēšana veikta, izmantojot Beijesa klasifikatoru, kas balstīts uz Gausa sadalījumu
- Integrēšana ĢIS tiks veikta, izmantojot Python moduļus

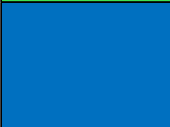
Sentinel-2A multispektrālais attēls 24.08.2015

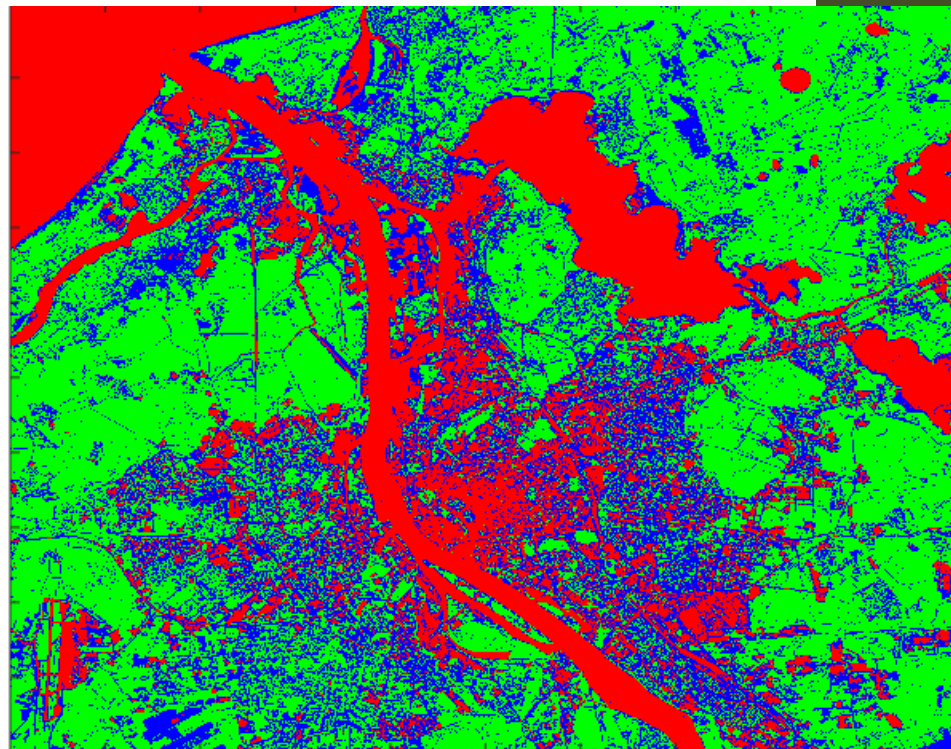
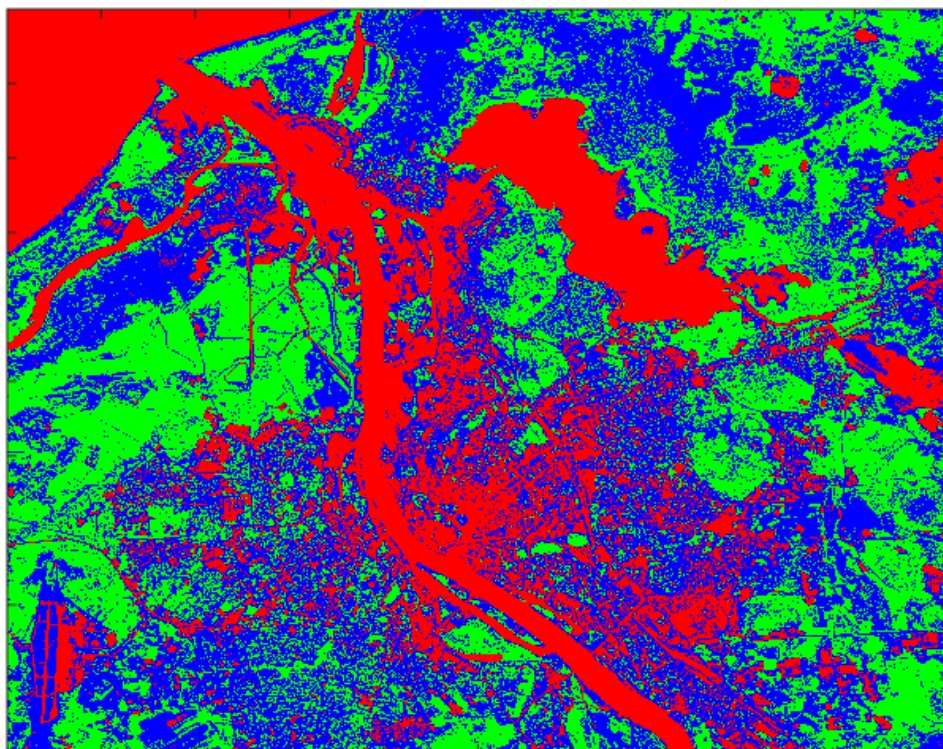


Sentinel-2A multispektrālais attēls 10.09.2016

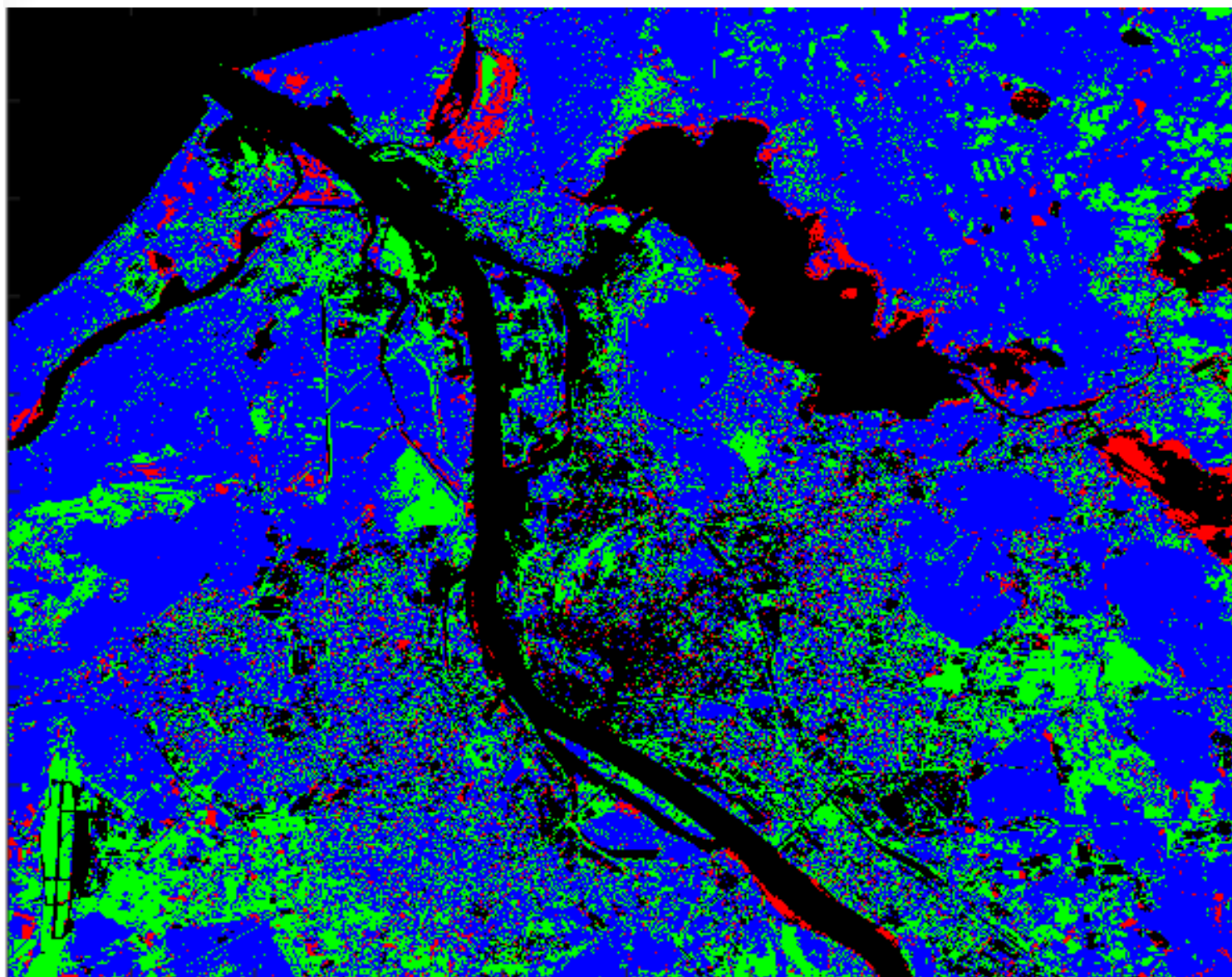


Veģetācijas izplatība

	Izteikta veģetācija
	Zema veģetācija
	Nav veģetācijas

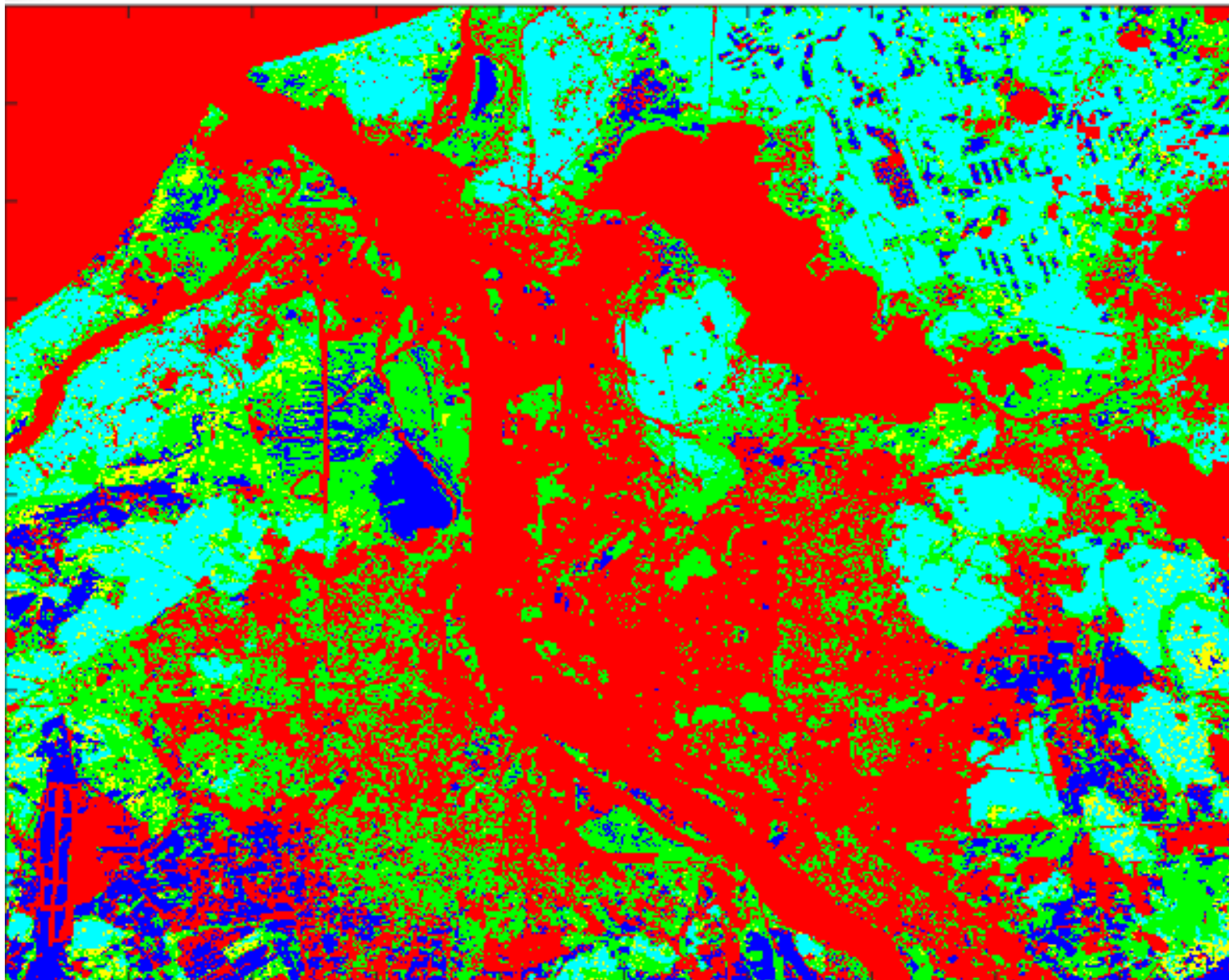


Veģetācijas izmaiņas 2015./2016.



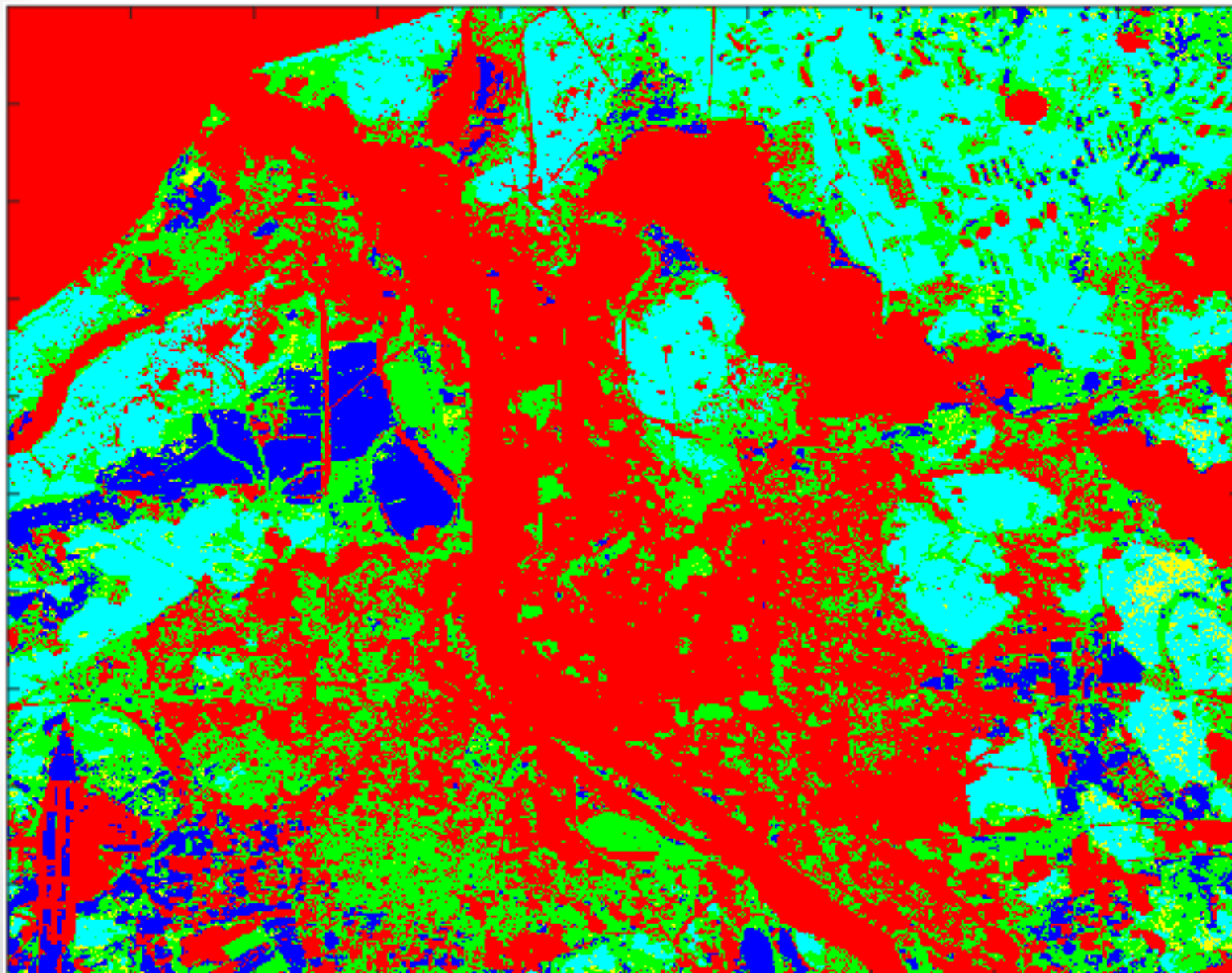
Veģetācijas pieaugums
Veģetācijas samazināšanās
Veģetācija bez izmaiņām

Veģetācijas klasifikācija 24.08.2015



Blue	Pļavas
Green	Lapu koki
Yellow	Krūmi
Cyan	Skuju koki
Red	Nav veģetācijas

Veģetācijas klasifikācija 10.09.2016



Pļavas
Lapu koki
Krūmi
Skuju koki
Nav veģetācijas

Klasifikācijas precizitāte

	'Lapu koki'	'Skuju koki'	'Pļavas'	'Krūmi'	'Nav veģetācijas'	
'Lapu koki'	86%	2%	0%	12%	1%	
'Skuju koki'	6%	92%	0%	1%	1%	
'Pļavas'	0%	0%	100%	0%	0%	
'Krūmi'	7%	5%	0%	88%	0%	
'Nav veģetācijas'	0%	0%	0%	0%	100%	
24.08.2015						98,8%

	'Lapu koki'	'Skuju koki'	'Pļavas'	'Krūmi'	'Nav veģetācijas'	
'Lapu koki'	91%	1%	1%	6%	1%	
'Skuju koki'	7%	93%	0%	0%	0%	
'Pļavas'	0%	0%	100%	0%	0%	
'Krūmi'	5%	7%	0%	89%	0%	
'Nav veģetācijas'	0%	0%	0%	0%	100%	
10.09.2016						98,9%

Klasifikācijas salīdzinājums 2015./2016.g.

10.09.2016

24.08.2015

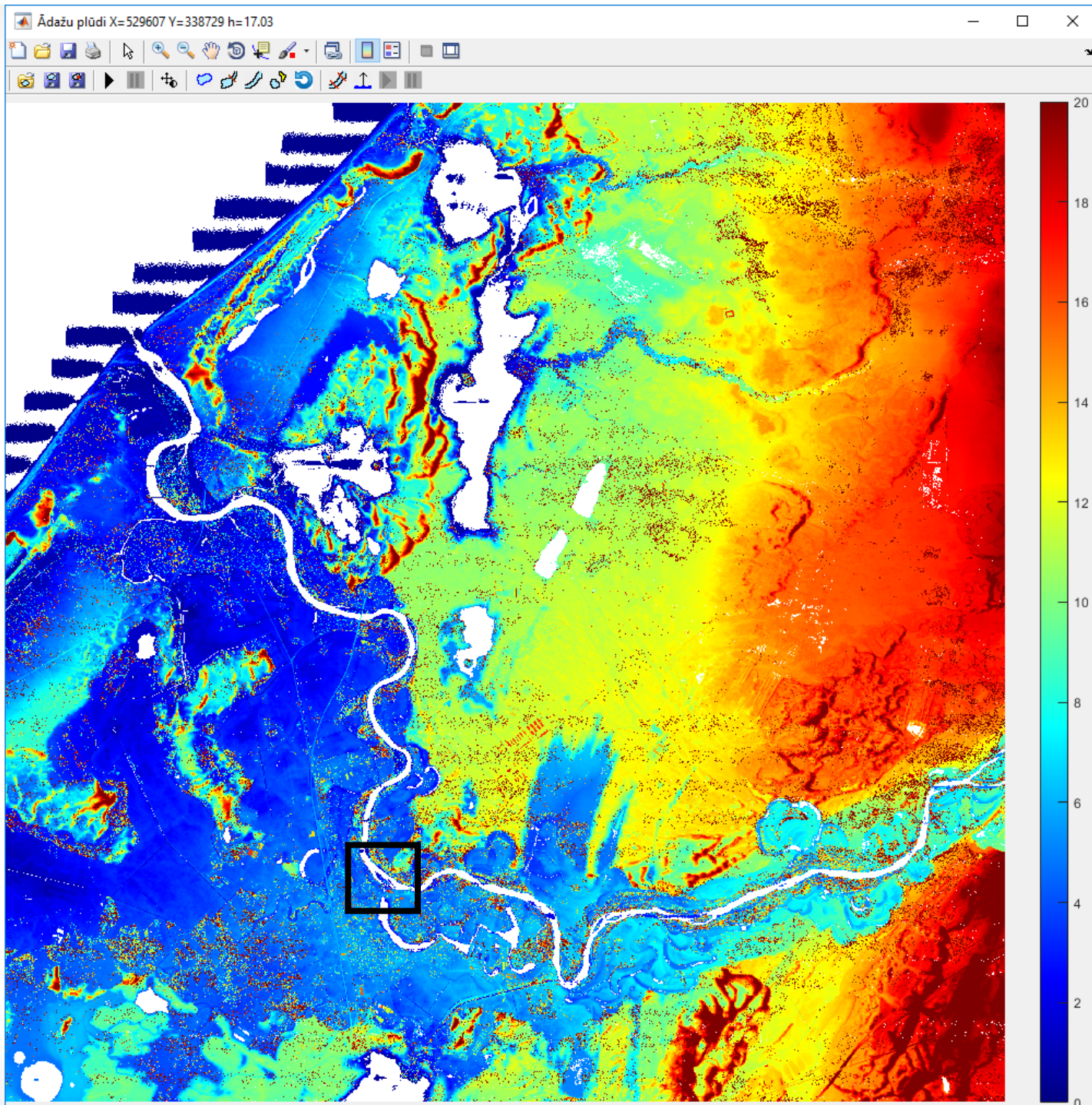
	'Lapu koki'	'Skuju koki'	'Pļavas'	'Krūmi'	'Nav veģetācijas'	
'Lapu koki'	75%	6%	8%	2%	9%	
'Skuju koki'	8%	87%	0%	4%	1%	
'Pļavas'	34%	0%	48%	0%	18%	
'Krūmi'	35%	43%	1%	20%	1%	
'Nav veģetācijas'	11%	1%	0%	0%	87%	
						79,4%

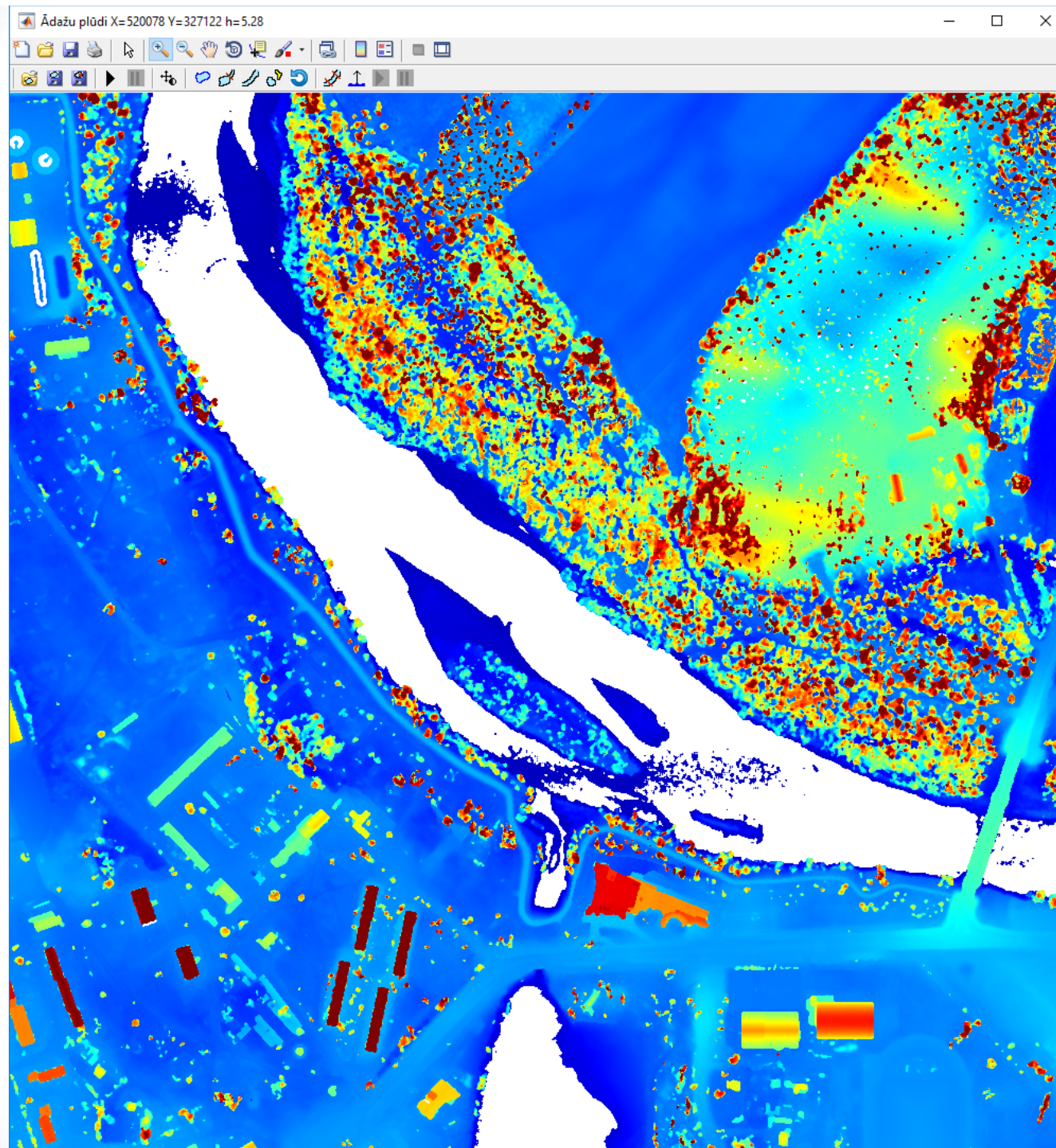
Pilsētu teritoriju applūšanas modelēšana, izmantojot LIDAR datus

- **Dati un to priekšapstrāde (sākotnējā augstuma v.j.l. modeļa izveidošana)**
- **Trūkstošo augstuma datu imitēšana interpolējot:**
 - Ezeri
 - Upes
 - Pārējie
- **Plūdu imitēšana (MATLAB programma)**
 1. Upes pikseļu augstumu palielināšana
 2. Upes krasta līnijas izdalīšana
 3. Pārplūdušo pikseļu augstuma maiņa
 4. 1.-3. soļu iterācijas, kamēr neviens pikselis nav izmainīts

Dati / Sākotnējais modelis

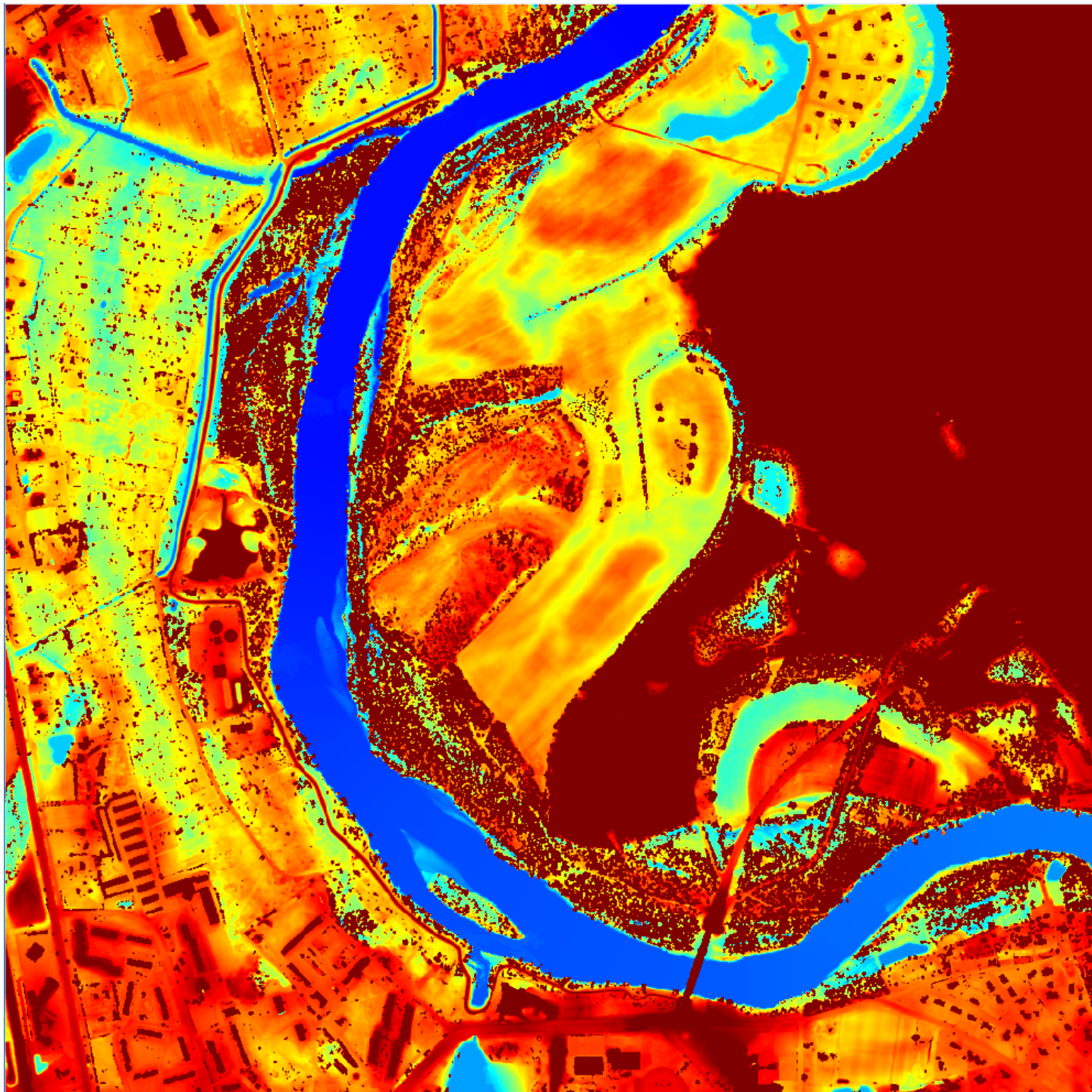
- **Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras lāzerskanēšanas dati**
- **Rīga un apkārtnē (575 GB)**
- **Vidējais blīvums- 4 punkti / m²**
- **Vairumā gadījumu nav atstarojumu no ūdens**
- **Izdalītais rajons- Gaujas lejtece**
- **Sākotnējā modeļa veidošana**
 - **Režģis 1m x 1m**
 - **Zemākā punkta atrašana katra pikseļa ietvaros**
 - **Mediānas filtrs 3x3 pikseļiem**
 - **Vizualizācija ar krāsu, pikseļi bez informācijas- balti**





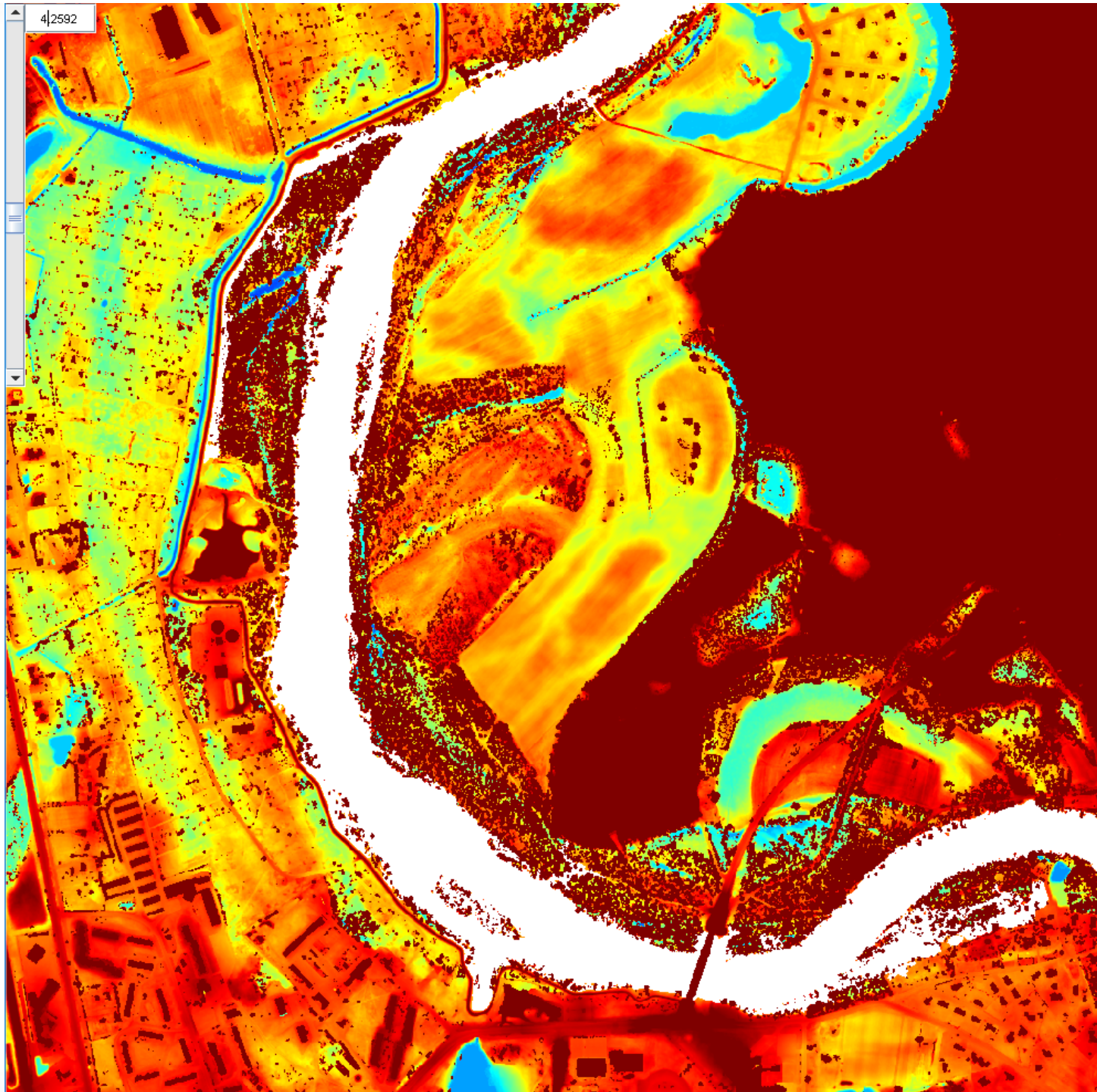
Trūkstošo augstuma datu imitēšana

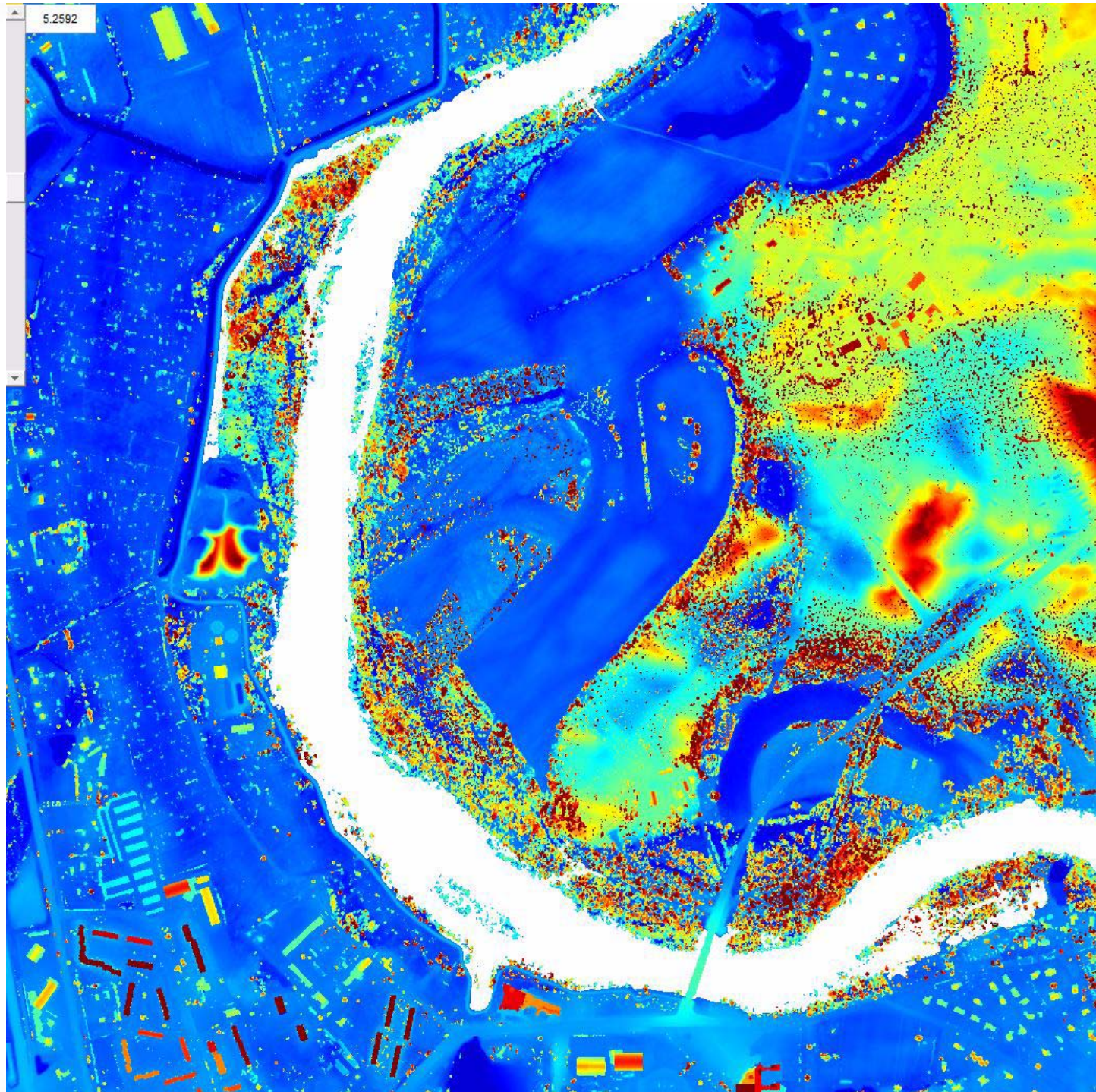
- **Ezeri:**
 - Atzīmē ezera punktu
 - Punkta apkārtnē izdala ezera objektu
 - Aizstāj ezera augstuma pikselus ar zemāko augstumu krastā, atmetot 2% «izlecējus»
 - (Ja ezers savienots ar upi, pirms apstrādes norobežo to)
- **Upes:**
 - Atzīmē upes viduslīniju no ietekas uz augšu
 - Viduslīnijas apkārtnē meklē zemākos krastu punktus un izveido viduslīnijas augstuma v.j.l. līkni
 - Upes pikseliem piešķir augstuma vērtību no tuvākā viduslīnijas pikseļa
- **Pārējie objekti:** piešķir augstumus tāpat kā ezeriem
 - * demonstrācija



Plūdu imitēšana

- **Plūdu imitēšana (MATLAB programma)**
 1. Upes pikseļu augstumu palielināšana
 2. Upes krasta līnijas izdalīšana
 3. Pārplūdušo pikseļu augstuma maiņa (visi upes pikseļi tiek pacelti par vienādu lielumu)
 4. 1.-3. soļu iterācijas, kamēr neviens pikselis nav izmainīts
 - * demonstrācija
- **Problēmas:**
 - Darbojas lokāli – nav ņemti vērā sarežģītākas ūdens celšanās īpatnības (nevar līmenis pacelties jūrā ☺)
 - Ātrdarbība





Plūdu imitēšanas programma

- **Funkcijas:**
 - Atvērt modeli / Saglabāt modeli / Saglabāt fragmentu
 - Augstuma vizualizācija ar krāsu / diapazona maiņa
 - Piepildīt ezeru / upi / pārējos / Norobežot objektus / Atcelt pēdējo piepildīšanas operāciju
 - Imitēt ūdens celšanos (pārtraukt / atsākt) / Norobežot plūdu fragmentu upē
- **Kompilēta MATLAB programma darbam Windows vidē**
- **Tālākais darbs:**
 - Ātrdarbības palielināšana
 - Ūdens celšanās modeļa pilnveidošana
 - Modeļa izveide Rīgai

Informatīvu spektra joslu izvēle hiperspektrālo attēlu klasifikācijai

- **Turpināti teorētiski pētījumi**
- **Publikācija un ziņojums konferencē:**
 - Lorencs A, Mednieks I, Siņica-Siņavskis J. 2016 "Selection of Informative Bands for Classification of Hyperspectral Images Based on Entropy", Proc. of BEC2016, the 15th Biennial Conference on Electronics and Embedded Systems. Tallinn, Estonia on October 3-5, 2016. pp. 135-138 (IEEE Xplore, SCOPUS)
- **Tiek gatavota publikācija:**
 - A.Lorencs, I.Mednieks, J.Sinica-Sinavskis. "Informative hyperspectral band subset selection based on entropy"
(Žurnālam IEEE JSTARS ar SNIP>1)

Paldies par uzmanību!