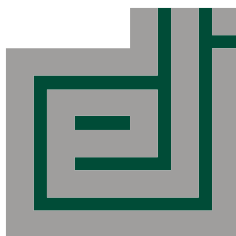


Ultraplatjoslas (UWB) tehnoloģiju un tās balstītu sistēmu izstrāde pilsētas drošības monitoringam

VPP SOPHIS GUDPILS
UWB sensoru (radaru) grupa



Gatis Šūpols
Pētnieks
Elektronikas un datorzinātņu institūts

Pielietojumi

- Zemes slāņu izpēte
- Pazemes inženiertehnisko tīklu kartēšana (cauruļvadi, elektriskie kabeļi u.c.)
- Materiālu īpašību bez kontakta noteikšana
- Būvobjektu diagnostika (armatūras kartēšana, tukšumu atklāšana u.c.)
- Autoceļu diagnostika
- Ledus biezuma noteikšana
- **Apsardzes un glābšanas sistēmās**
- Medicīnas iekārtas
- Objekta izsekošana, aiz sienas



UWB SRD tehnoloģiju standartizācija Eiropā

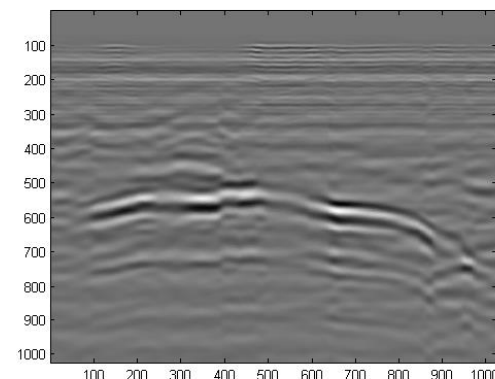
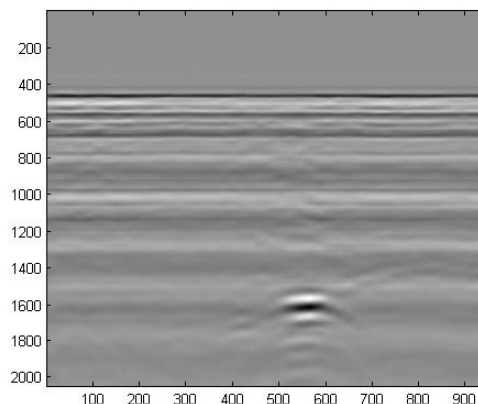
European Telecommunications Standards Institute (ETSI), **short-range devices** UWB applications:

- Communications applications
 - **3.4GHz - 4.8GHz; 57GHz - 66 GHz**
- Ground-probing and wall-probing radar
 - **10MHz - 12.4 GHz**
- Tank level probing radar
 - **Around: 5.8GHz; 10 GHz; 25GHz; 61 GHz; 77 GHz;**
- Sensors* (Material analysis, object discrimination and tracking)
 - **2.2GHz - 8.5GHz**
- Automotive radar.
 - **Around: 24GHz*; 77 GHz**

1. Etapa uzdevumi

- 1) UWB radaru sensoru pielietojumu izpēte telpu drošības sistēmu izveidei.
- 2) No objektiem atstaroto signālu apstrādes metožu izpēte telpas izmaiņu, objekta pārvietojuma noteikšanai.
- 3) UWB radaru sensoru funkcionālo daļu izstrāde

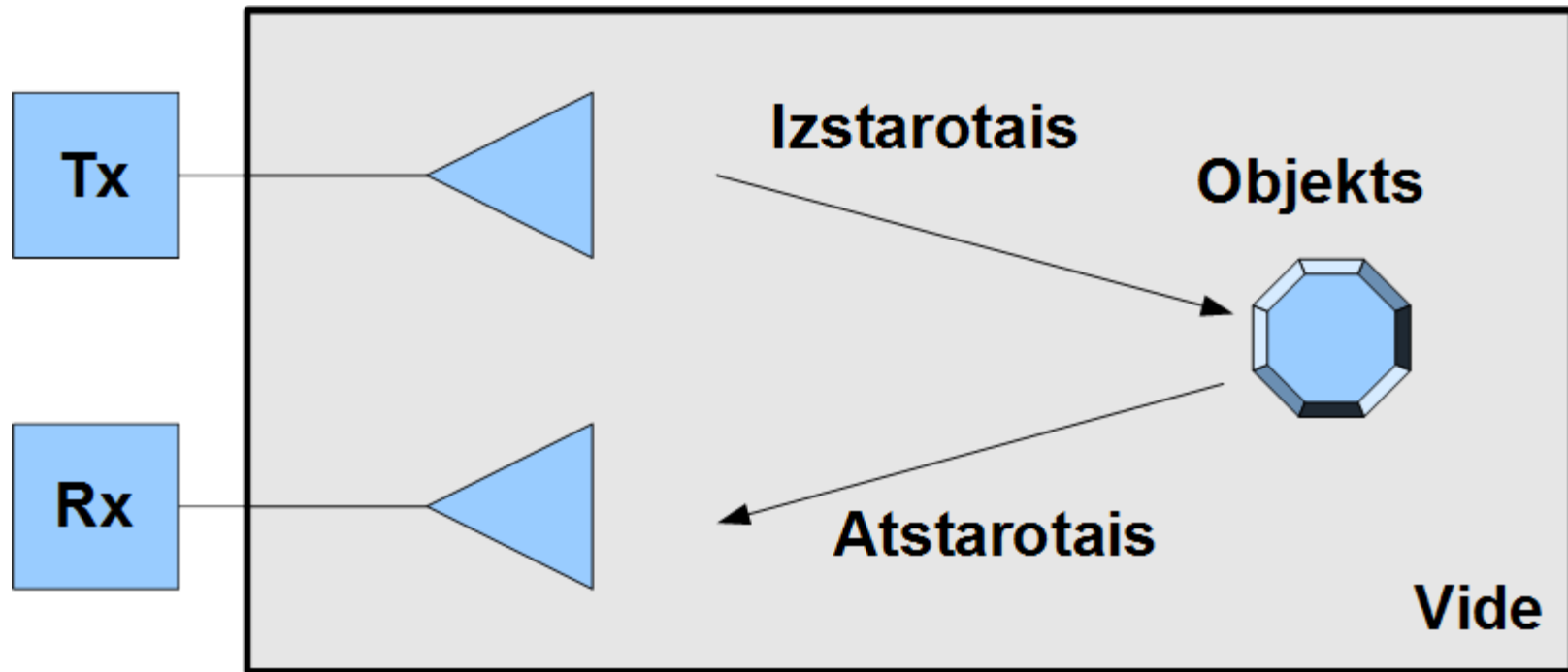
Iestrādes no iepriekšējās VPP



07.10.2015.

VPP SOPHIS 4.projekta "GUDPILS" 1.posma
rezultātu seminārs

Darbības princips



Objektu Izšķiršanas spēja

$$\delta_r \approx \frac{c}{2BW}$$

Piem.: 1) $BW = 1\text{GHz} \Rightarrow \delta_r = 15\text{cm}$
2) $BW = 10\text{GHz} \Rightarrow \delta_r = 1.5\text{cm}$

Pozīcijas noteikšanas precizitāte

$$\delta_A \approx \frac{c}{4BW\sqrt{SNR}}$$

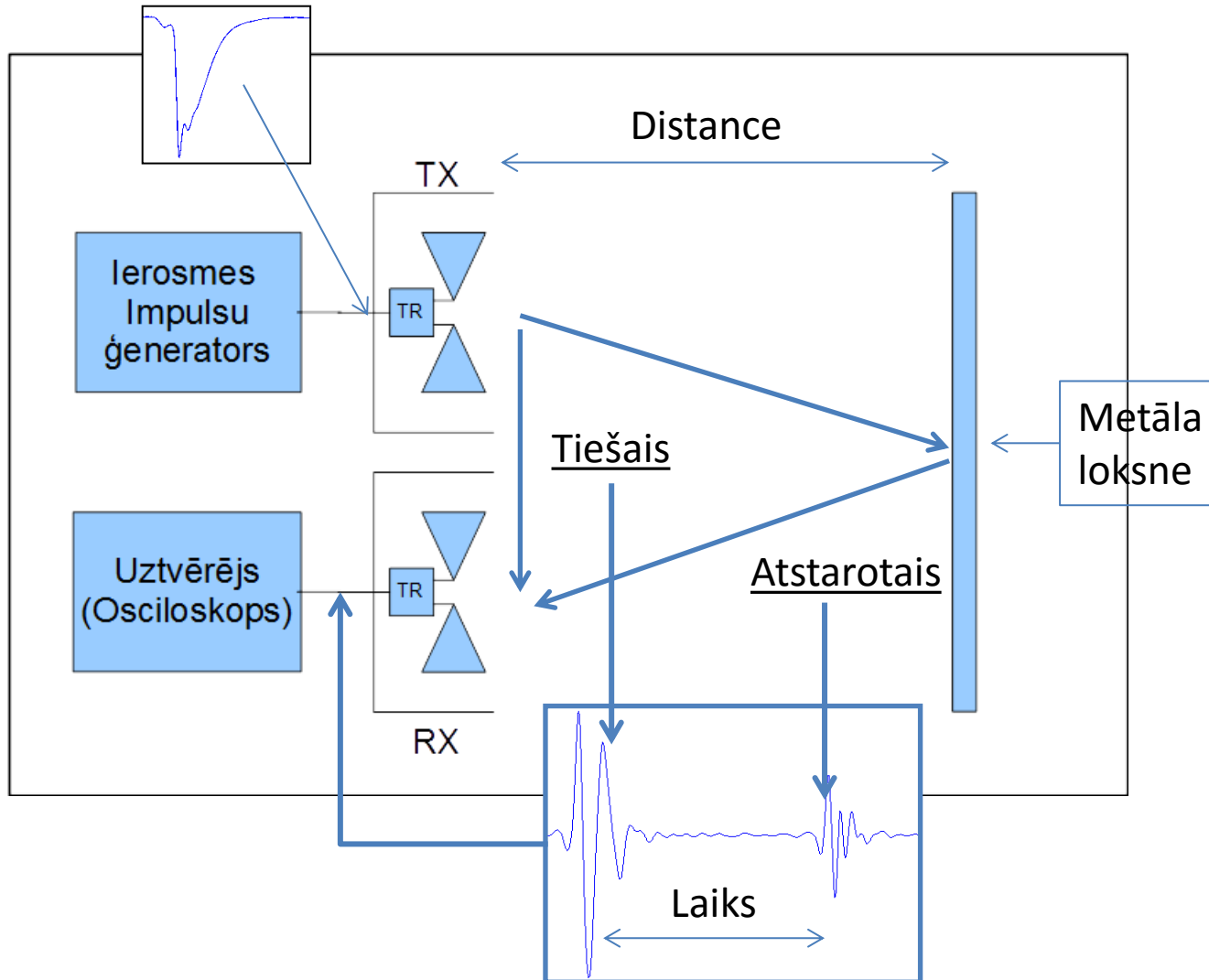
Piem.: 1) $BW = 1\text{GHz}, SNR = 100 \Rightarrow \delta_A \approx 7.5\text{mm}$
2) $BW = 10\text{GHz}, SNR = 100 \Rightarrow \delta_A \approx 0.75\text{mm}$

Raksturīgie parametri

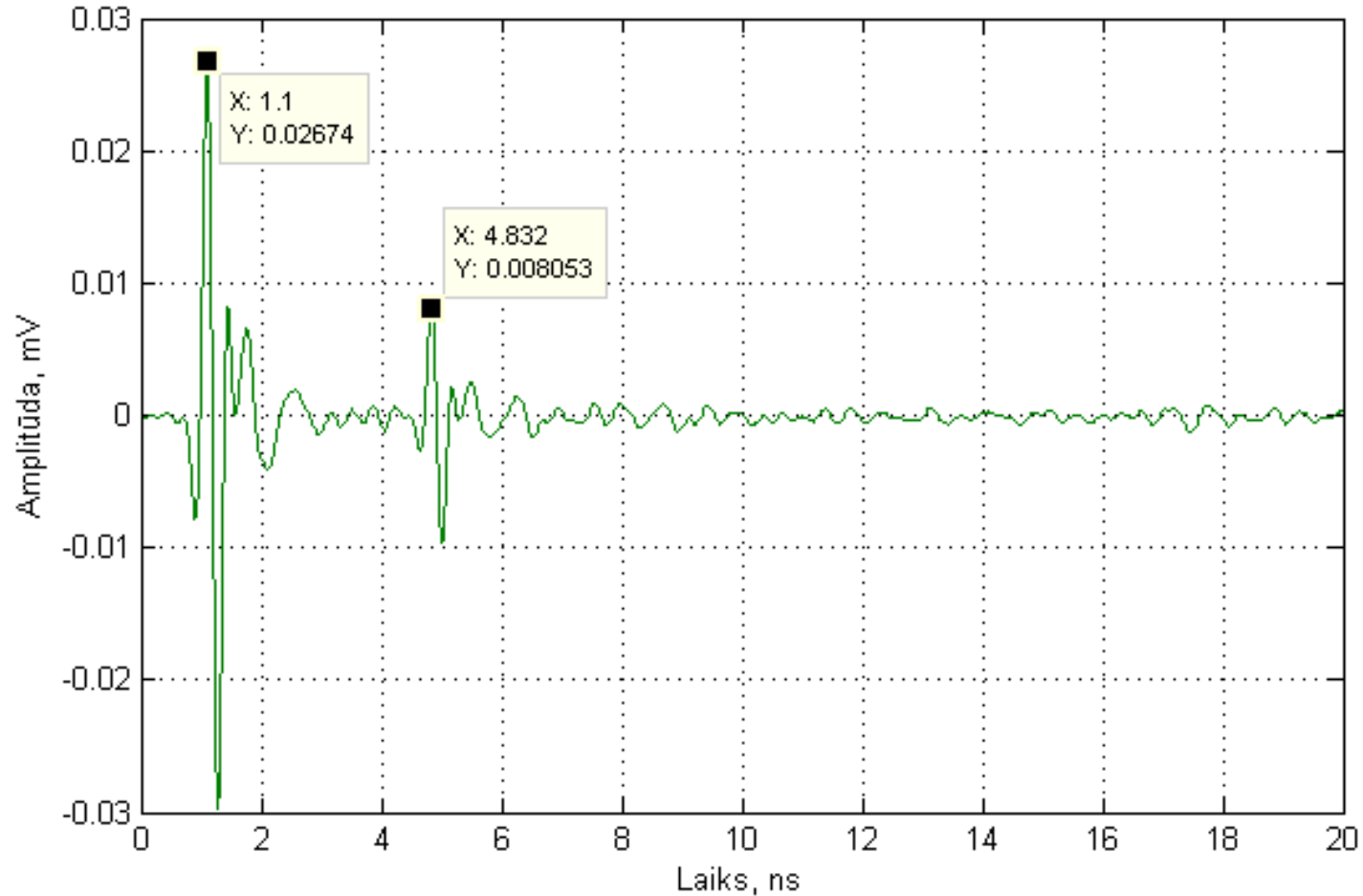
Parametri\Diapazons	10MHz -100MHz	100MHz -1GHz	1GHz -10GHz
Pielietojums	Kūdras, mitras augsnes apsekošana	Zemes slāņu, ūdenstilpņu apsekošana.	Asfalta, būvkonstrukciju apsekošana. Dzīvības pazīmju, kustības noteikšana
Izšķiršanas spēja: Gaisā (eps=1)	15m ... 1.5m	1.5m ... 15cm	15cm ... 1.5cm
Izšķiršanas spēja: Sausā smiltī (eps=4)	7.5m ... 0.75m	0.75m ... 7.5cm	7.5cm ... 0.75cm
Izšķiršanas spēja: Ūdens (eps=81)	1.7m ... 17cm	17cm ... 1.7cm	1.7cm ... 0.5cm
Mērīšanas attālums gaisā, materiālos	<1km , <100m	<100m, <10m	<100m, <1m
Antenu (sensora) izmēri	15m ... 1.5m	1.5m ... 15cm	15cm ... 1.5cm

Eksperimentāls piemērs

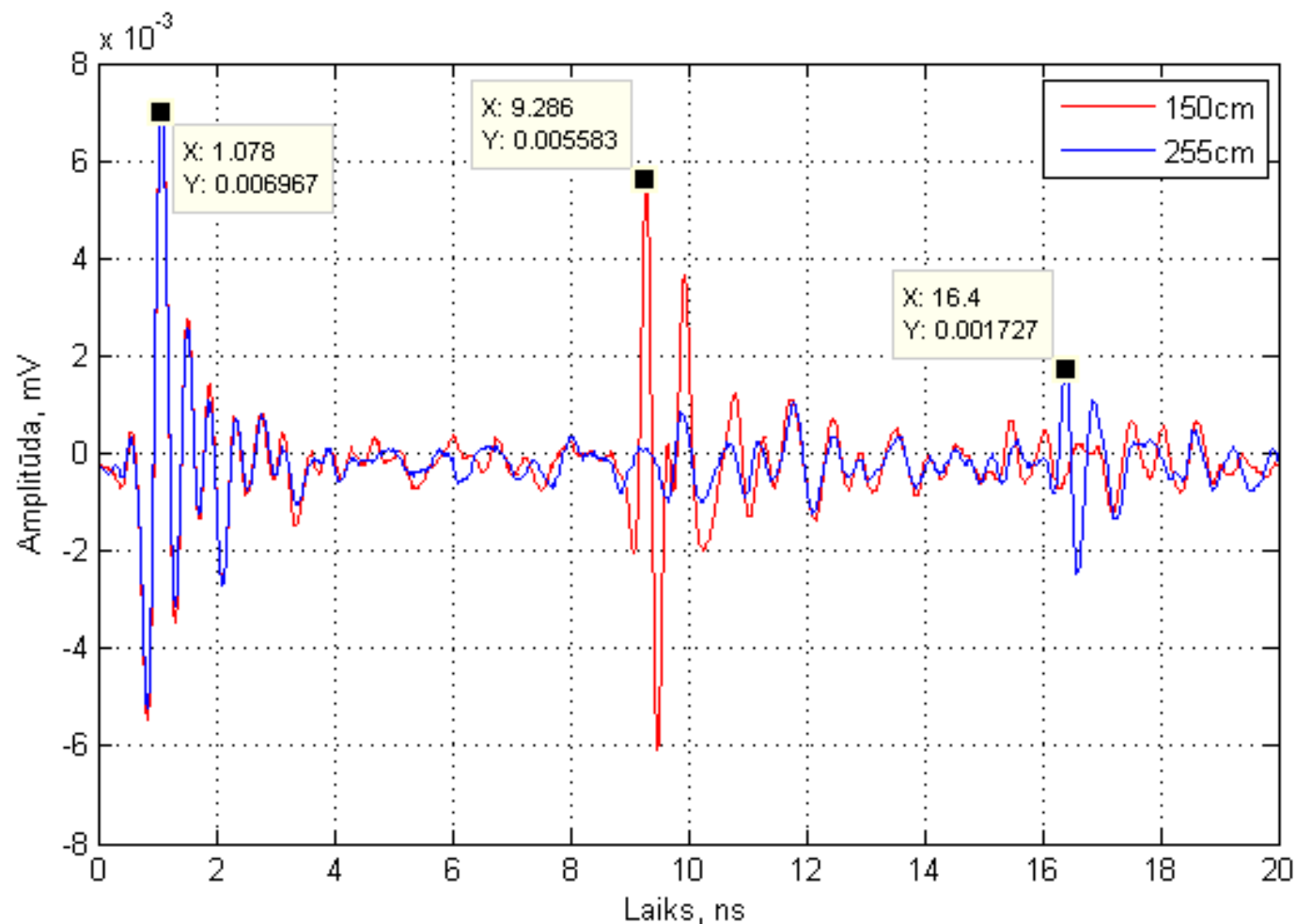
-20V (pīķis), <100ps fronte



Plāksne 80 cm attālumā no antenām



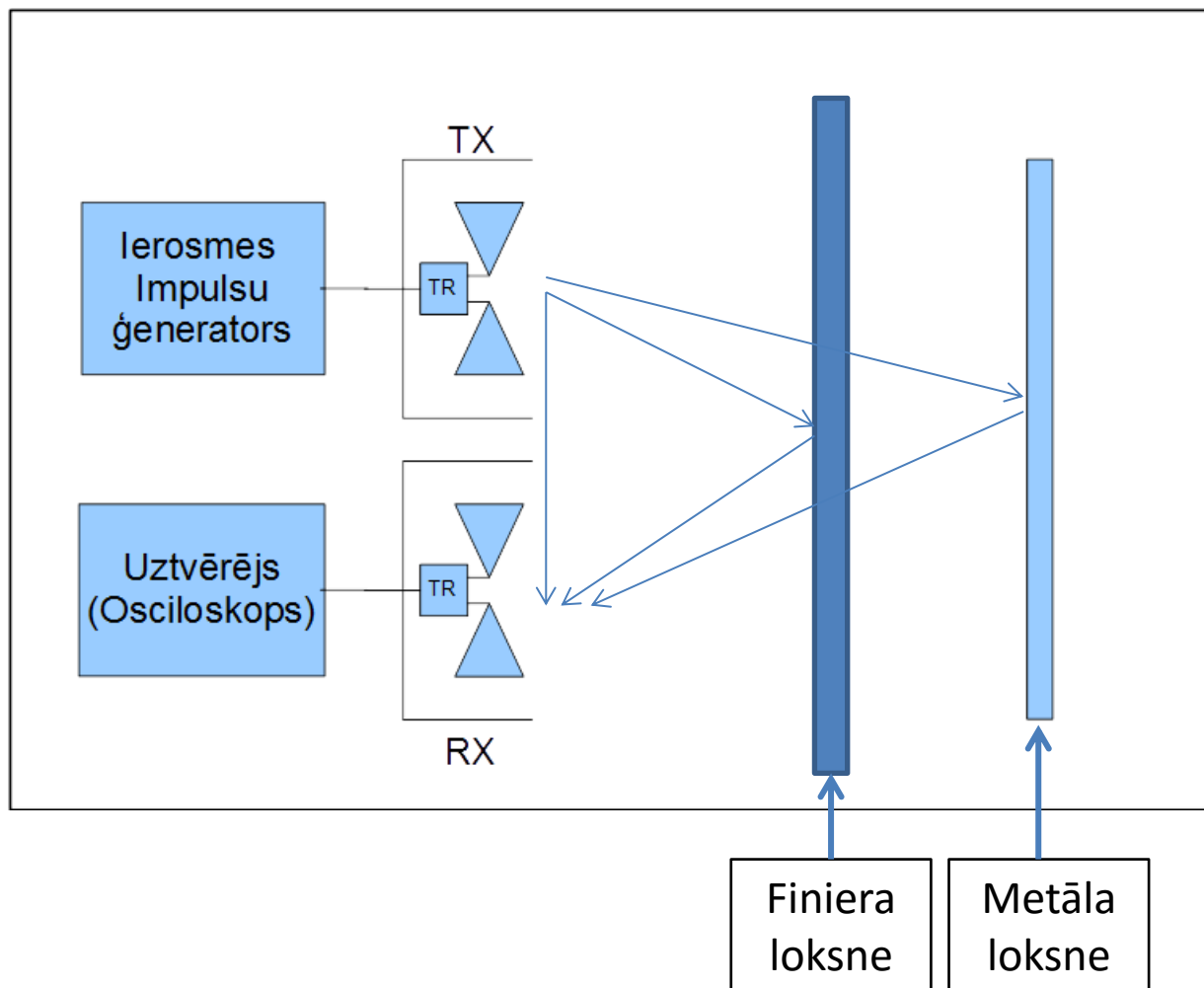
Plāksne 1.5m un 2.55m attālumos



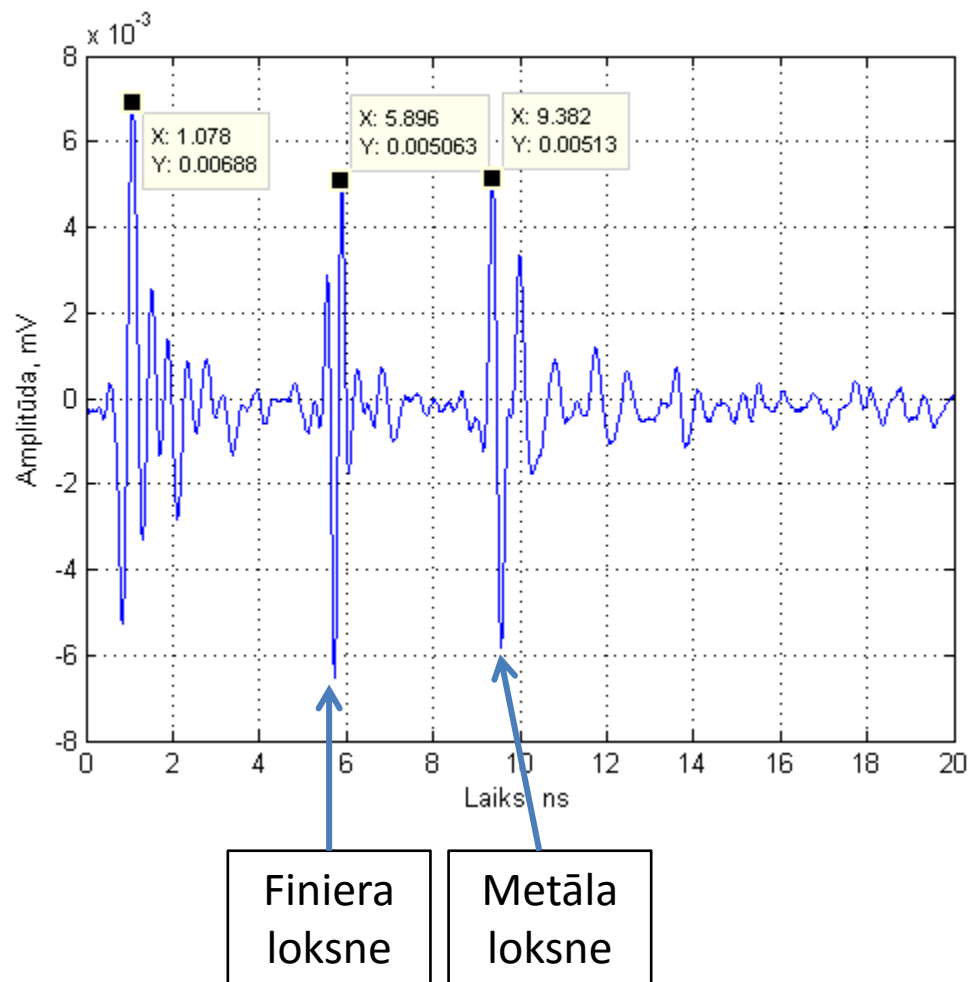
Mērījumu rezultāti

Attālums (īstais)	Mērījumu rezultāts	Atšķirība
80cm	85.94cm	5.94cm
140cm	143.21cm	3.21cm
150cm	153.16cm	3.16cm
192cm	194.11cm	2.11cm
255cm	257.67cm	2.67cm

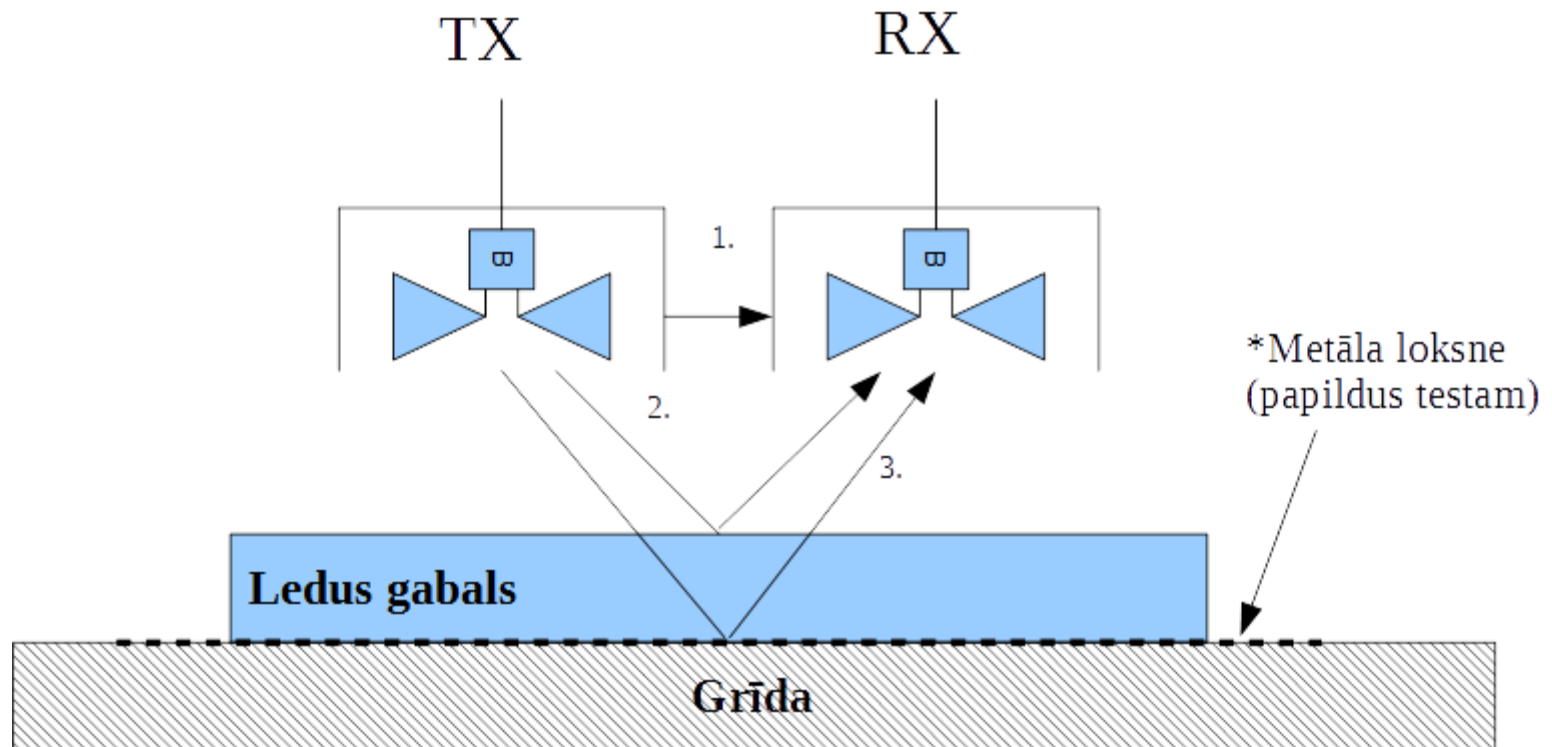
Aizsegtu objektu noteikšana



Apslēptu objektu noteikšana

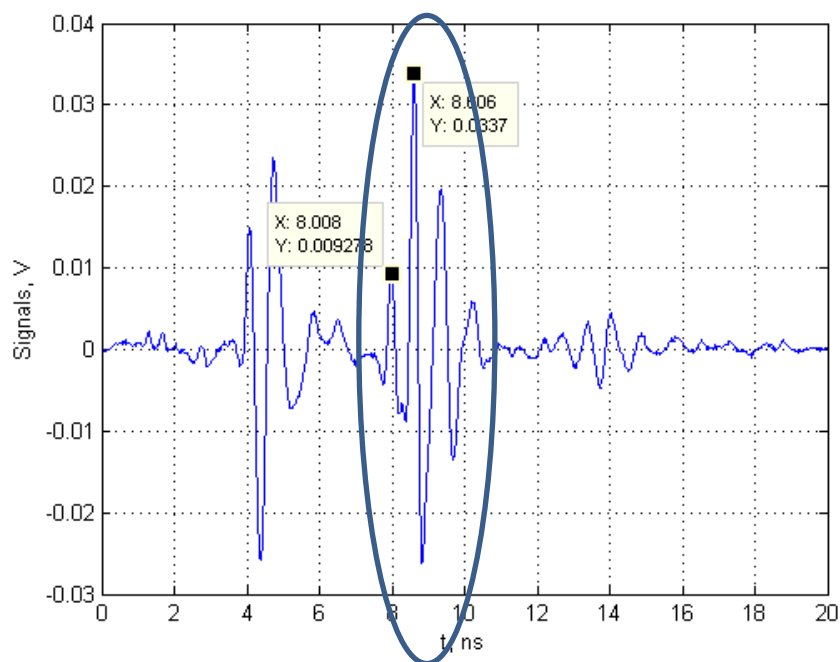


Materiālu biezuma noteikšana (ledus biezums)



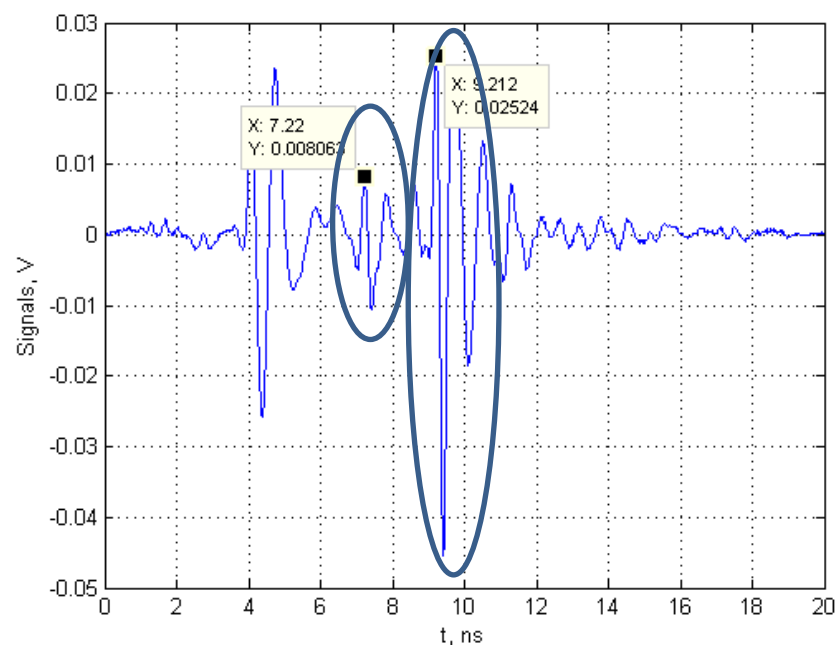
Ledus biezuma mērījumu signāli

5cm biezs ledus



Atstarojumi ir grūti atšķirami

17 cm biezs ledus



Atstarojumi ir atšķirami

Mērījumi laboratorijā



Ledus biezuma mērījumu rezultāti

Ledus Gabala Biezums	Laiks Starp Impulsiem [ns]	Aprēķinātā Ledus Dielektriskā Konstante	Aprēķinātais biezums (eps==3.1)	Kļūda, %
5 cm	0.598	3.2184	5.095 cm	1.9
11 cm	1.286	3.0752	10.956 cm	0.4
17 cm	1.992	3.0893	16.971 cm	0.2

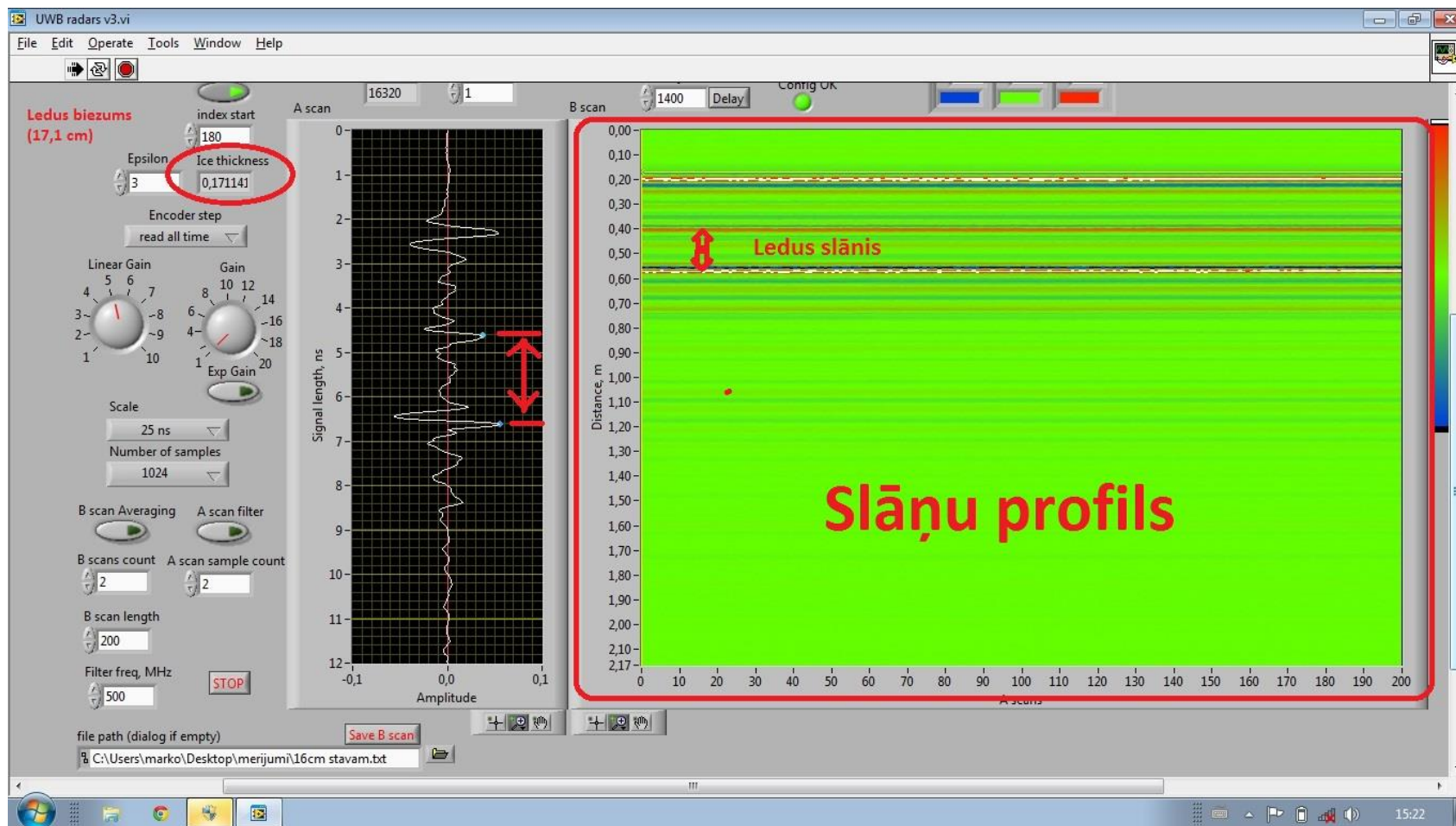
Mērījumi uz Juglas ezera



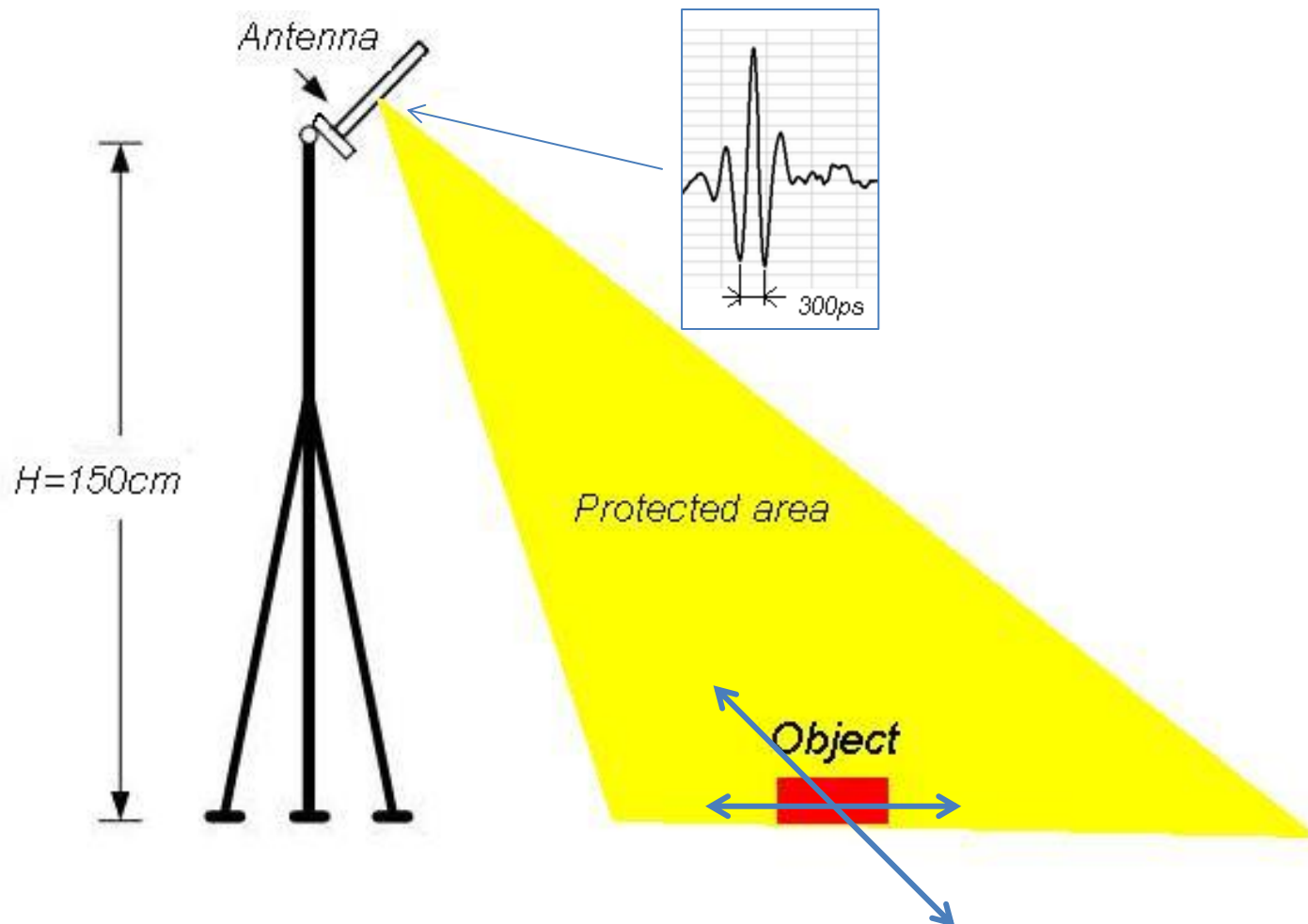
Sensora antenas

Ratiņi ar ritenī iebūvētu
distances devēju un
uzmontētu zemes slāņu
radiolokācijas radara
maketu.

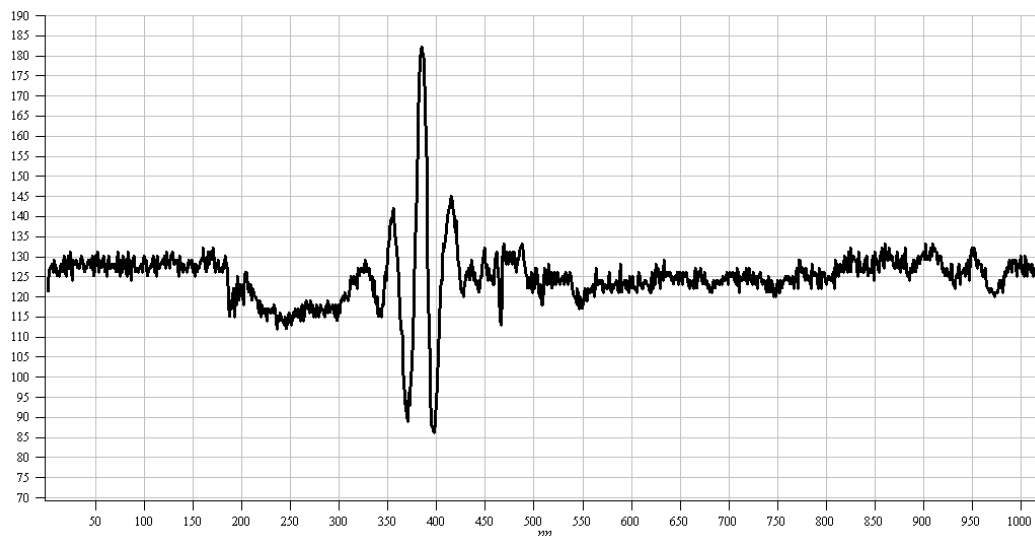
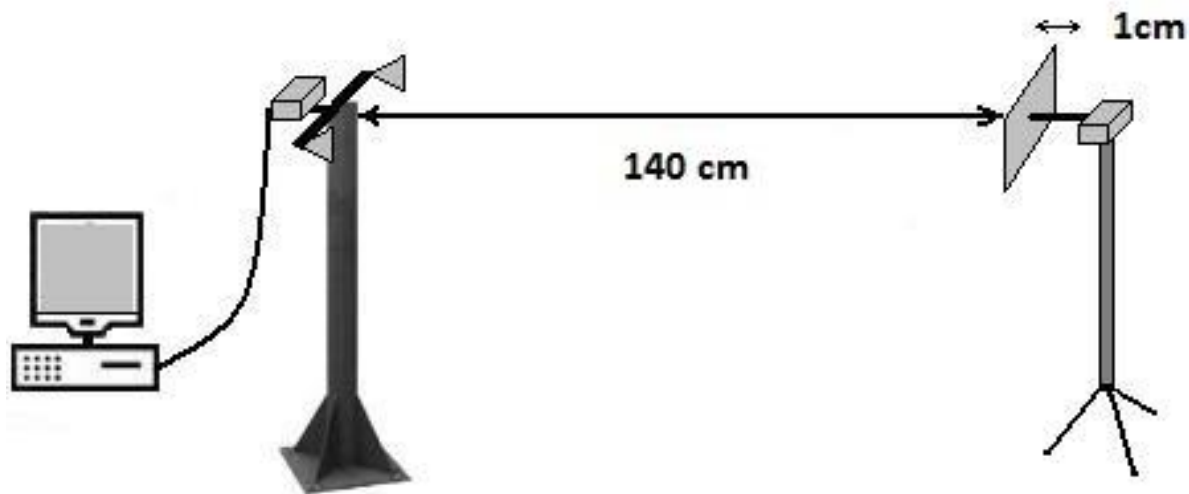
Mērījuma atainojums



Telpas izmaiņu, objektu pārvietoējuma noteikšana: apstrādes metožu pētījumi

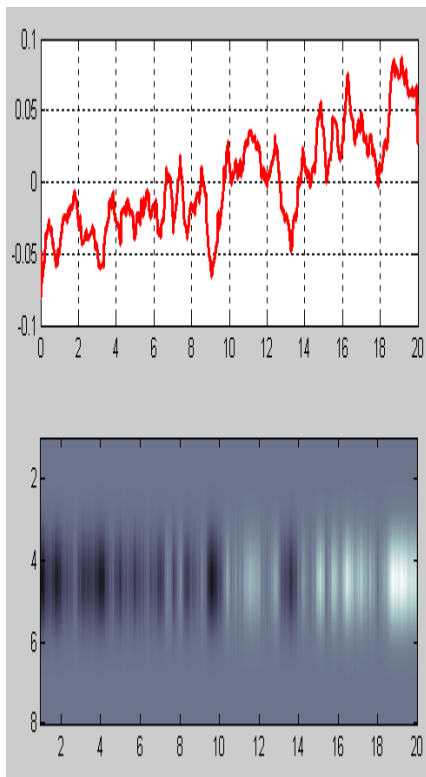


Objekta kustības vizualizācija

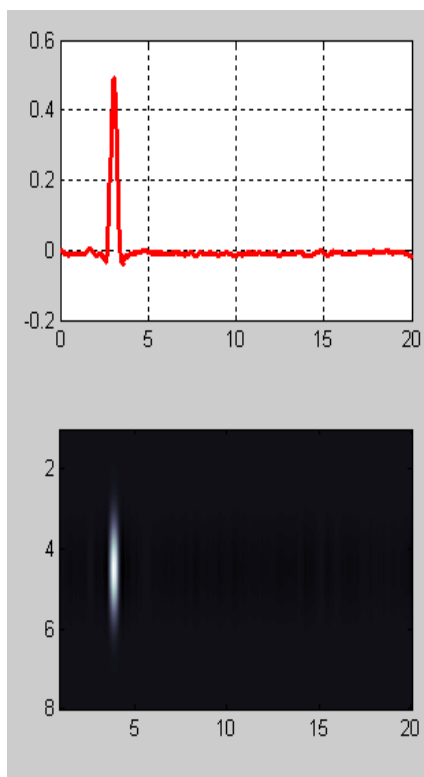


Apstrādes rezultāti pielietojot galveno komponentu analīzi (PCA)

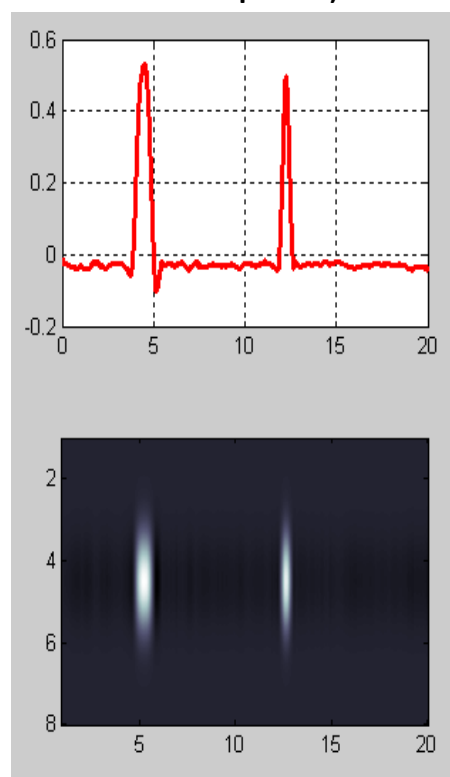
Nav kustības



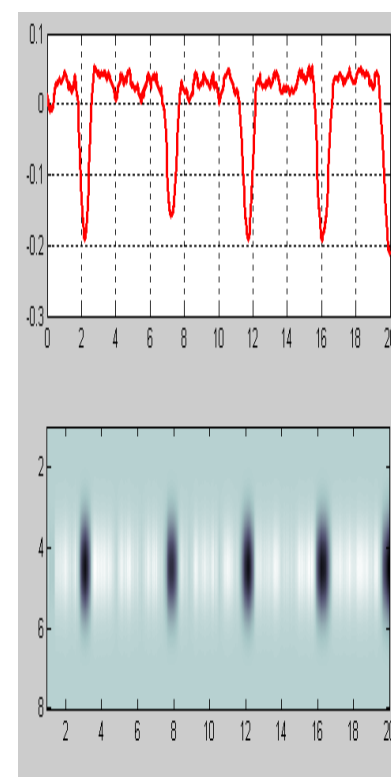
Cilvēks izgāja caur zonu



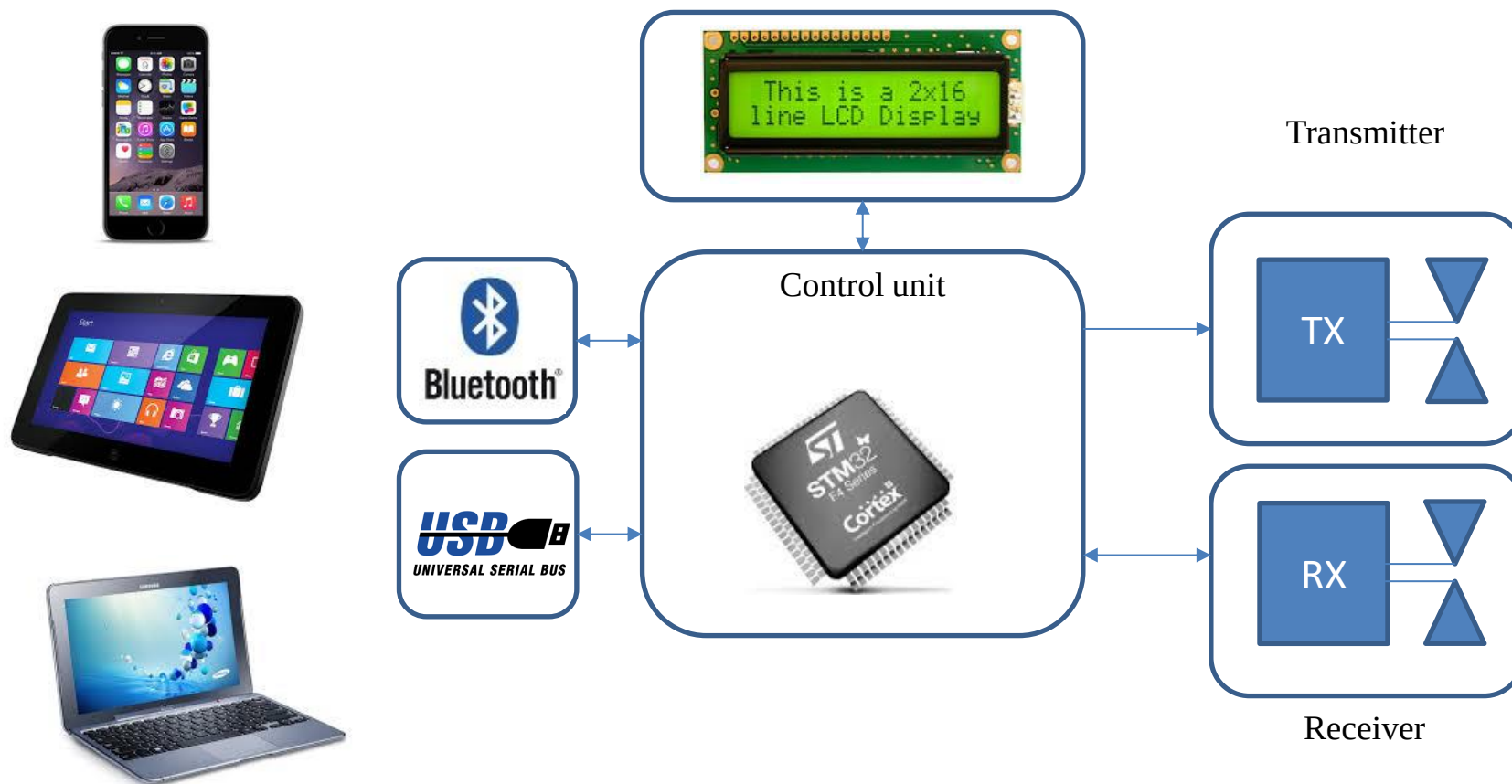
Cilvēks gāja turp un atpakaļ



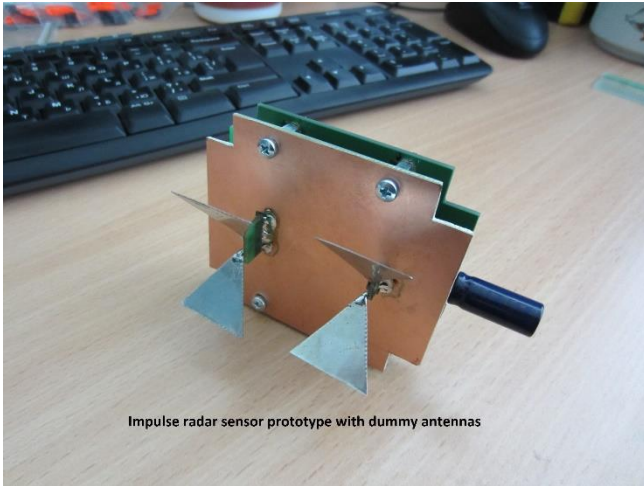
Cilvēks 5 reizes izgāja caur zonu



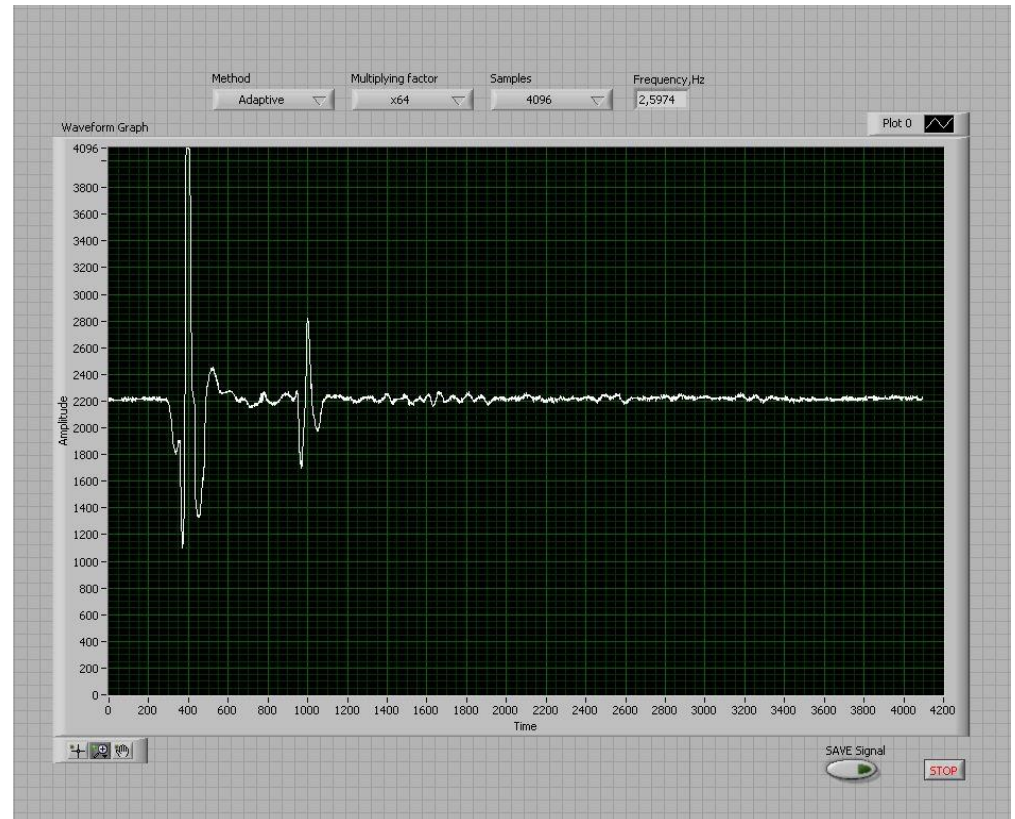
Miniatūrs sensors (izstrādes stadijā)



Makets (izstrādes stadijā)



Atstarojums no metāla plāksnes ~30cm attālumā



Rezultātu apkopojums

Publikācijas zinātniskos žurnālos

- 1) 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
- 2) 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.

Raksts konferenču pilna teksta rakstu krājumā un prezentēts plakāts

- 1) Aristov, V.; Shavelis, R.; Shupols, G.; Cirulis, R., "An investigation of non-traditional approach to narrowing the GPR pulses," in Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA), 2015 25th International Conference , vol., no., pp.373-375, 21-22 April 2015 doi: 10.1109/RADIOELEK.2015.7129043

Projekta ietvaros izstrādāti studiju darbi

- 1) Abajs, M. (2015). Impulsveida ultraplātjoslas radaru sensoru pielietojumi drošības sistēmās (Nepublicēts bakalaura darbs). Rīgas Tehniskā universitāte. **[Teicami (9) aizstāvēts]**
- 2) Lielpinka, M. (2015). Tālizpētes datu ieguve un apstrāde, izmantojot bezpilota lidaparātu (Nepublicēts bakalaura darbs). Rīgas Tehniskā universitāte. **[Ļoti labi (8) aizstāvēts]**
- 3) Maurins, I. (2015). Nesagraujoša ledus segas biezuma kontrole (Nepublicēts bakalaura darbs). Rīgas Tehniskā universitāte. **[Ļoti labi (8) aizstāvēts]**

Nākamā etapa uzdevumi

- Telpas izmaiņu noteikšanas precizitātes pārbaude.
- Netieša veida materiālu parametru (biezums, vadītspēja, dielektriskā caurlaidība) noteikšanas eksperimentālie pētījumi
- Impulsa radara sensora eksperimentāla maketa izveide

Paldies par uzmanību!

Jautājumi?