

**Valsts pētījumu programma informācijas tehnoloģijās
Projekts Nr.1**

Uz modeļu transformācijām bāzētu sistēmu būves tehnoloģiju izstrāde

**Latvijas Universitātes Matemātikas un
informātikas Institūts**

Projekta vadītājs: *Dr.Hab.dat.* Audris Kalniņš

30.11.2007.

Projekta mērķis

Projekta konkrētais mērķis ir izstrādāt bāzes līdzekļus modeļbāzētās sistēmu būves tehnoloģijas nodrošināšanai. Projekta plašākais mērķis ir ienest Latvijā pašreiz zināmo pašu modernāko sistēmu būves tehnoloģiju – **MDA** (Model Driven Architecture), kas tradicionālo sistēmu būves tehnoloģiju aizstāj ar jaunu daudz efektīvāku tehnoloģiju, kas balstās uz **modeļu transformācijām**.

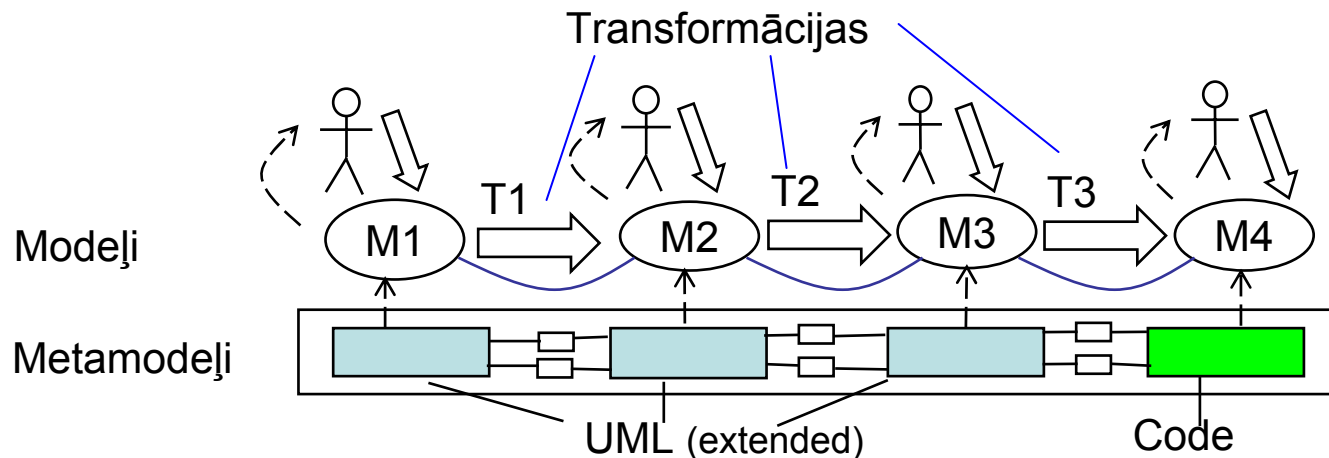
Uzdevumi

Mērķa sasniegšanai ir paredzēts veikt sekojošus galvenos uzdevumus:

Izstrādāt **modeļu transformāciju valodu**, tās realizācijas **rīkus**, kā arī transformāciju bibliotēkas tipiskiem sistēmu būves uzdevumiem un transformāciju lietošanas metodoloģiju

Projekta aktualitāte

Pasaulē vēl arvien modernākā sistēmu būves metode ir OMG 2001. gadā izsludinātais jaunā metode **MDA** (Model Driven Architecture). Prakse ir apstiprinājusi, ka izvēlētās pamatidejas – sistēmu būve kā precīza **modeļu** virkne, uz kodu pārejot tikai pašās izstrādes beigās – ir pilnīgi pareizas, trūkst tikai labi lietojamu tehnisko līdzekļu. Galvenais šāds līdzeklis ir **modeļu transformācijas valodas**, lai ar transformāciju palīdzību varētu automatizēt tehniskos darbus modeļu pārveidošanā, kādi MDA pieejā neizbēgami rodas.



Modeļu transformācijas valodas

Lai balstītu MDA idejas, OMG jau 2002. gadā izsludināja konkursu uz šādas pilnīgi jauna veida valodas izveidi. Rezultātā valodas projekts – **MOF QVT** ir izveidots, bet tā arī nav sasniedzis savu galīgo versiju. Nav arī neviena lietojama atbalsta rīka šīs valodas ērti lasāmajai – grafiskajai formai.

Lai tomēr MDA stila sistēmu izstrāde varētu notikt, izveidotas vairākas alternatīvas modeļu transformāciju valodas – AGG, ATL, GReAT, UMLX u.c.

Šajā statusā ir arī LU MII piedāvātā un šajā projektā izstrādājamā transformāciju valoda **MOLA**. Un autoriem viennozīmīgi šķiet, ka tā ir pati veiksmīgākā no piedāvātajiem risinājumiem. To apstiprina secinājumi starptautiskajā seminārā Models 2005 MTIP, lietojumi IST 6. ietvara programmā ReDSeeDS, lietojumi rīku būvē, kā arī eksperimenti, kas veikti LU MII datorzinātņu maģistrantūrā.

Modeļu transformācijas valoda MOLA

Valodas izstrāde LU MII sāka 2003.g beigās (A.Kalniņš, J.Bārzdiņš, E.Celms), pirmās publikācijas 2004. gadā. No 2005. g. vidus šī projekta ietvaros notiek sistemātiska valodas MOLA un tās atbalsta rīku izstrāde. Valoda MOLA faktiski ir šī projekta kodols. Šobrīd pabeigta valodas 2. versijas izstrāde.

Valodas MOLA galvenie mērķi ir

- nodrošināt valodā MOLA uzrakstīto transformāciju saprotamību un vieglu pārbaudāmību
- nodrošināt, lai dabīgi un viegli pierakstītos tipiski MDA pasaules transformāciju uzdevumi

MOLA uzbūves pamatprincipi

- **grafiska** programmēšanas valoda (līdzīga modelim)
- valodas stiprākā konstrukcija – attīstīti **šabloni** (*patterns*) dabīgi apvienoti ar tradicionālo strukturālo programmēšanu

Valodas MOLA atbalsta rīki

Projekta tehniski apjomīgākā daļa ir valodas MOLA atbalsta rīki. Tie sastāv no:

- transformāciju definīcijas vides (grafisko redaktoru komplekta - **metamodeļu** un MOLA **procedūru** redaktoriem)
- transformāciju valodas **realizācijas** (kompilatora / interpretatora)
- **repozitorija** modeļu glabāšanai

2005.g un 2006. g. pirmajā pusgadā pabeigta **eksperimentālās versijas** izstrāde - redaktori caur EBM vidi, vienkāršs kompilators un uz SQL datu bāzi balstīts interpretators.

2006. g. otrajā pusgadā sākta **galīgās versijas** realizācija, uzbūvētas tās pirmās sastāvdaļas - principiāli jauna optimizējoša kompilatora pirmā kārtā, jaunas definīciju vides pirmās sastāvdaļas. Realizācija pilnībā pabeigta 2007. gadā.

2007. gadā paveiktais

Izstrādāts transformāciju definīcijas vides galīgais variants

Izstrādāts efektīvs kompilators pilnai rūpnieciskai transformāciju valodai

Sagatavotas publikācijas

- starptautiskajā konferencē OOPSLA 2007 - Kalnins, A., Vilitis, O., Celms, E., Kalnina, E., Sostaks, A., Barzdins, J.: **Building Tools by Model Transformations in Eclipse**. Proceedings of DSM'07 workshop of OOPSLA 2007, Montreal, Canada, Jyväskylä University Printing House, 2007, pp. 194–207.
- publikācija LU Rakstos, krājumā „Computer Science and Information Technologies” - Šostaks, A., Kalniņš, A.: **The Implementation of MOLA to L3 Compiler**.
- publikācija LU Rakstos, krājumā „Computer Science and Information Technologies” - Vilitis, O., Kalniņš, A.: **Technical Solutions for the Transformation-Driven Graphical Tool Building Platform METAclipse**.

Valodas MOLA definīcijas vides galīgais variants

Uzbūvēts, balstoties uz LU MII izstrādāto universālo rīku būves platformu METAclipse.

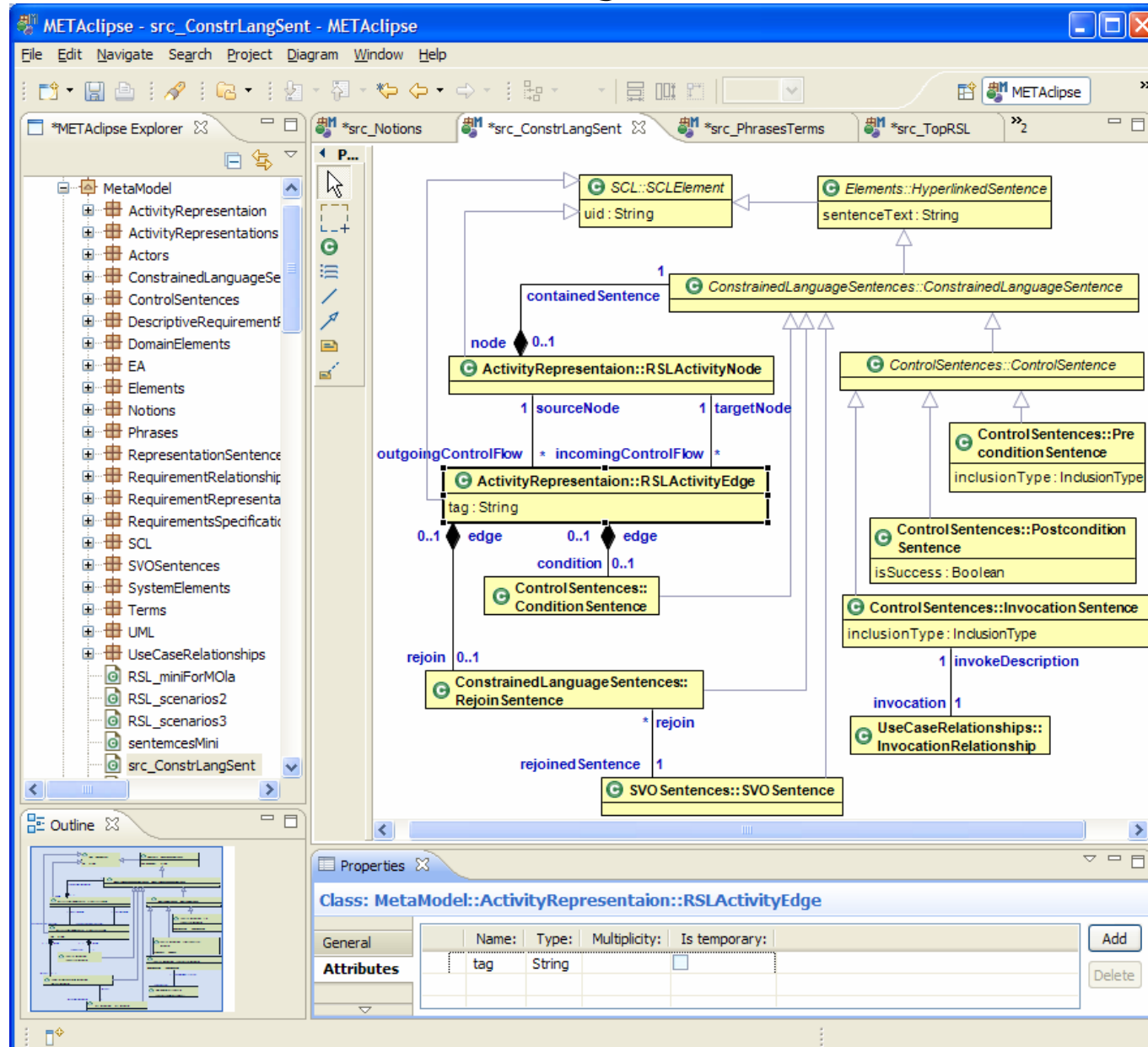
Vides funkcionalitāte tiek definēta, izmantojot transformāciju valodu MOLA.

Vide iekļauj grafiskos redaktorus (metamodeļu un MOLA procedūru), kuri ir sintakses-orientēti:

- satur „problēmorientētus” priekšāteicējus
- nodrošina sintaktiski pareizu MOLA programmu izveidi
- automātiski uztur savstarpēji saistītas izmaiņas
- būtiski paātrina valodas MOLA programmu izstrādi

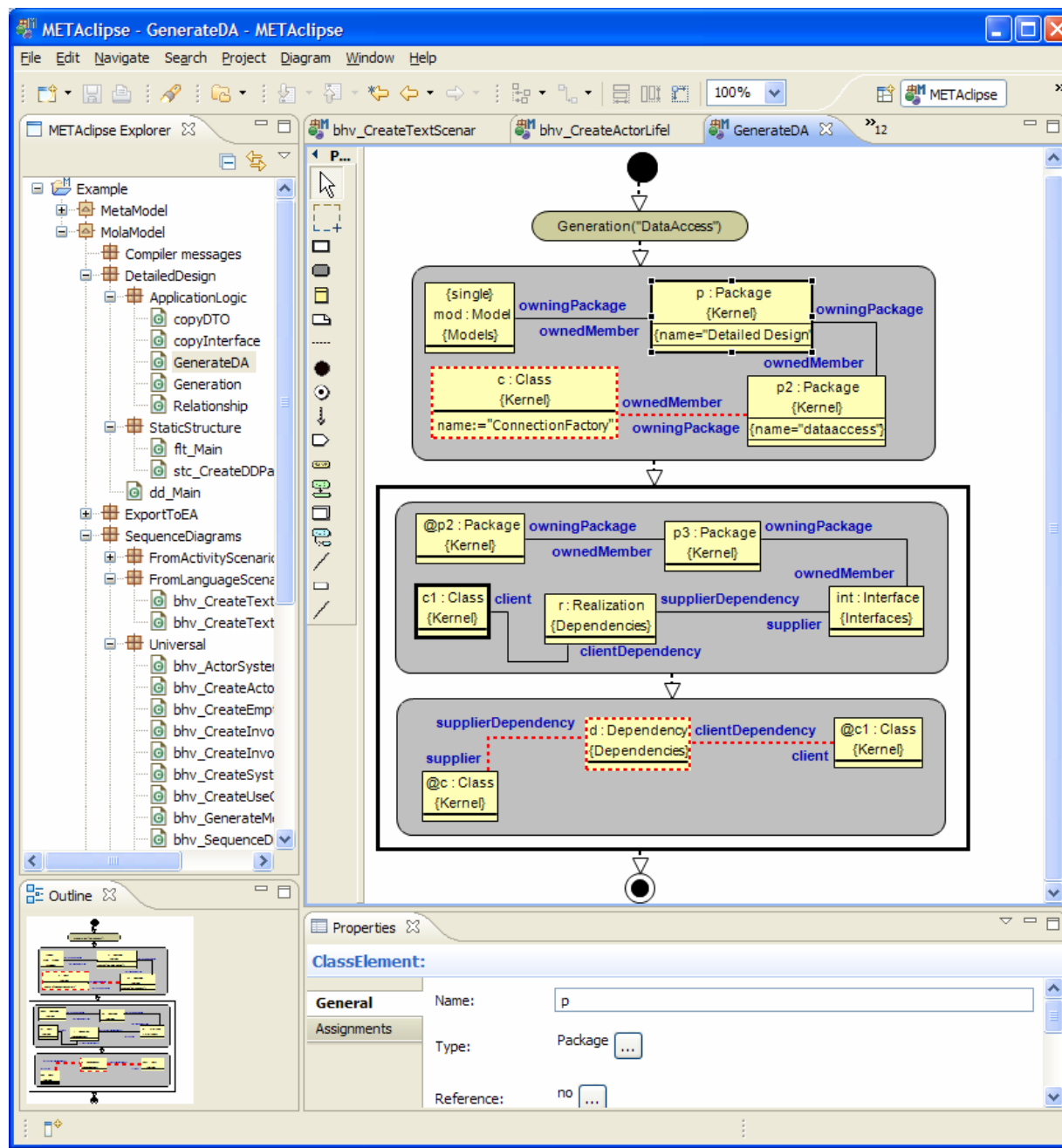
Valodas MOLA definīcijas vide

Metamodeļu
redaktors



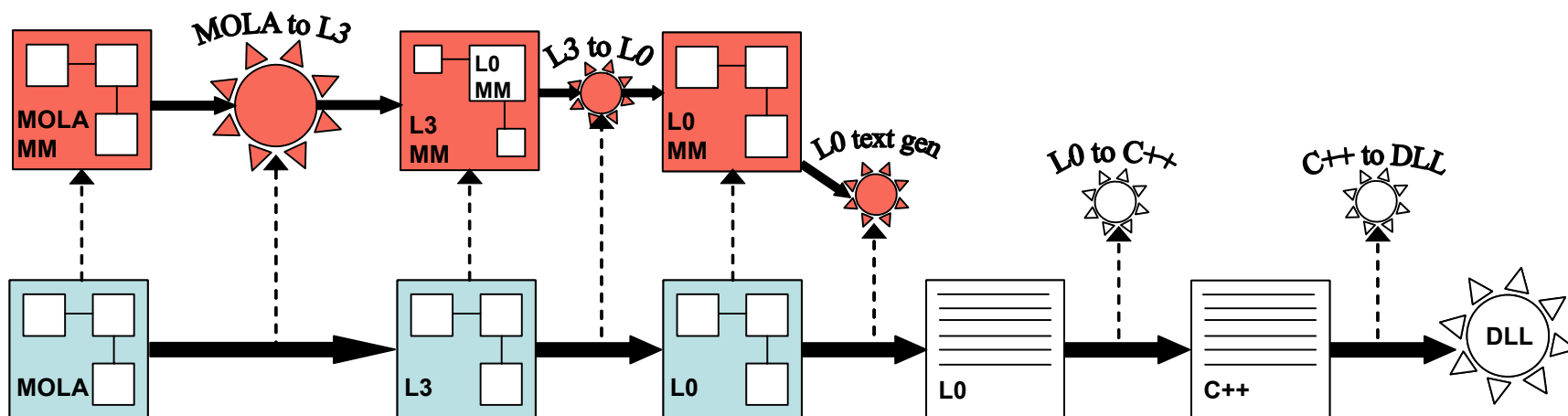
Valodas MOLA definīcijas vide

MOLA procedūru
redaktors



Efektīvs kompilators transformāciju valodai MOLA

Izstrādāts efektīvs kompilators pilnai rūpnieciskai transformāciju valodai



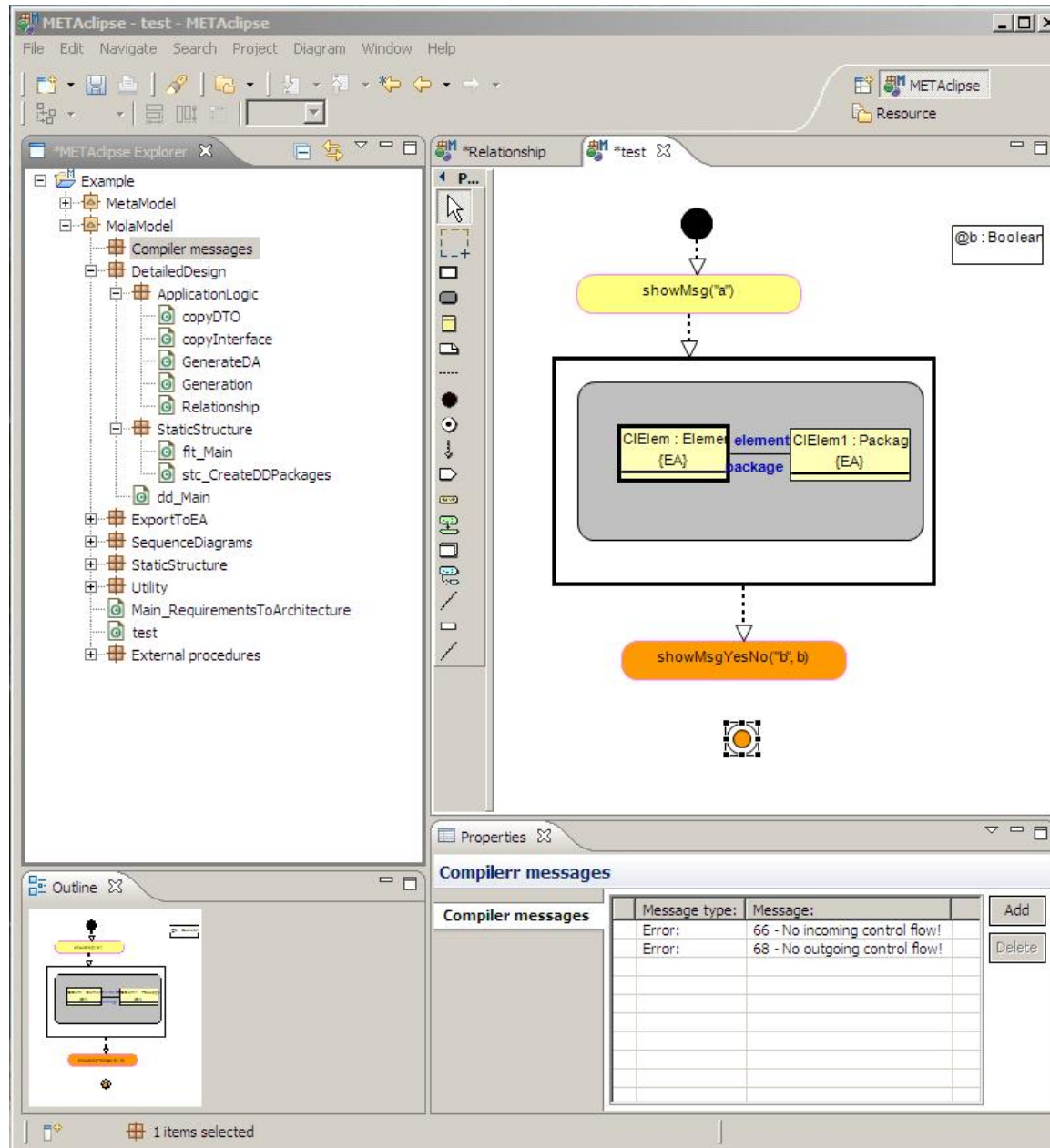
Kompilators uzrakstīts transformāciju valodā

Izmantotas starpvalodas (L3,L0)

Efektīvi realizēta optimizējoša šablonu kompilācijas shēma

Kompilators darbībā

Grafiska kļūdu
vizualizācija



MOLA pielietojumi

- kā galvenā valoda rīku būvei - **METAcclipse** platformā konkrētā rīka funkcionalitāte tiek nodrošināta izmantojot valodu MOLA
- kā valoda specifiskiem sistēmu izstrādes procesiem - pielietojums IST 6. ietvara programmā **ReDSeeDS**, kur LU MII līdzdalība tieši balstās uz valodas MOLA lietojumu. Izstrādātas pirmās transformācijas, kuras nodrošina MDA/MDSD atbalstu programmatūras izstrādē.
- valoda MOLA un valodas MOLA definīcijas vide tiek izmantota LU DN maģistrantūras studentu apmācībā.

Galvenie uzdevumi 2008. gadam

- Valodas MOLA vides papildinājumi:
 - vides "atvēršana" - modeļu un metamodeļu imports/eksports
 - transformācijas atklūdošanas (*debug*) līdzekļu implementēšana
- Transformāciju bibliotēkas izstrāde tipiskiem lietojumiem (rīku būvei, MDA/MDSD)
- Valodas MOLA pielietojums MDA/MDSD uzdevumos (Eiropas Savienības IST projektā ReDSeeDS un citur)
- Publikāciju gatavošana starptautiskām konferencēm

Projekta galvenie izpildītāji:

- 1. Audris Kalniņš, Dr.Hab.dat – projekta vadītājs**
- 2. Jānis Bārzdīņš, Dr.Hab.dat.**
- 3. Kārlis Podnieks, Dr.dat.**
- 4. Edgars Celms, Dr.dat. (aizstāvēts 2007, saistīts ar projekta tēmu)**
- 5. Agris Šostaks, doktorants**
- 6. Elīna Kalniņa, doktorante**
- 7. Oskars Vilītis, doktorants**
- 8. Mārtiņš Opmanis, doktorants**
- 9. Sergejs Rikačovs, doktorants**
- 10. Edgars Rencis, doktorants**

Valsts pētījumu programma informācijas tehnoloģijās
Projekts Nr. 2

semti  kamols

Semantiskā tīmekļa izpēte, attīstīšana un piemērošana Latvijas vajadzībām

LU Matemātikas un informātikas institūts
Projekta vadītājs: *Dr.sc.comp.* Guntis Bārzdiņš

www.semti-kamols.lv

Projekta mērķi

Kompetences veidošana Latvijā pašās modernākajās interneta tehnoloģijās, principiāli jaunu interneta lietojumu apgabalu izpēte, to tālāka attīstīšana un piemērošana Latvijas vajadzībām.

Semantiskā tīmekļa tehnoloģijas ir turpinājums Internet un WWW aizsāktajai sabiedrības datorizācijai, un to mērķis ir datoru tīklos publicēto **rakstisko informāciju padarīt “saprotamu” ne tikai cilvēkiem, bet arī automatizētām datorprogrammām**, tādējādi paverot ceļu masveidīgai sabiedrības informatīvo procesu automatizācijai.

- Semantiskais tīmeklis

- Dabiskās valodas apstrāde

- GRID datu un skaitļošanas tīkli

Plānotais 2007. gadam

- Projekta "Semantiskā tīmekļa izpēte, attīstīšana un piemērošana Latvijas vajadzībām" ietvaros veikt šādus uzdevumus:
 1. Turpināt pilnveidot lingvistiskos līdzekļus latviešu valodas tekstu translācijai ontoloģiju starpvalodā, t. sk. sasniegt vismaz 65% vārdu atpazīstamību tipiskā mūsdienu latviešu valodas tekstā.
 2. Uzsākt darbu pie dabīgās valodas „precīzo” jeb „kontrolēto” teikumu apakškopas izdalīšanas, kā arī tās semantikas modelēšanas formālajās loģikas valodās un ontoloģijās, kurām ir pieejamas automatizētas loģisko izvedumu sistēmas saderības un jautājumu atbilžu pārbaudei. Kritiski izvērtēt W3C rekomendētās ontoloģiju inženierijas līdzšinējo pieredzi augšējā līmeņa ontoloģiju izveidē un tās perspektīvas jaunajā OWL 1.1 ontoloģiju valodā.
 3. Attīstīt tehniskos risinājumus lielu teksta apjomu semantiskās apstrādes ātrdarbības palielināšanai izmantojot daudzprocesoru, grid, prolog-mpi un citas tehnoloģijas. Aprobēt to lietojamību tīmekļa meklētājprogrammu savāktās informācijas semantiskajā apstrādē.

Zinātniskie rezultāti 2007.gadā

1. Turpināt pilnveidot lingvistiskos līdzekļus latviešu valodas tekstu translācijai ontoloģiju starpvalodā, t. sk. sasniegt vismaz 65% vārdu atpazīstamību tipiskā mūsdienu latviešu valodas tekstā.
 - Bārzdīņš G., Grūzītis N., Nešpore G., and Saulīte B. Dependency-Based Hybrid Model of Syntactic Analysis for the Languages with a Rather Free Word Order // Proceedings of the 16th Nordic Conference of Computational Linguistics (NODALIDA 2007), Tartu, May, 2007, pp. 13–20
 - Paikens P. Lexicon-Based Morphological Analysis of Latvian Language // Proceedings of the 3rd Baltic Conference on Human Language Technologies, Kaunas, October, 2007
2. Uzsākt darbu pie dabīgās valodas „precīzo” jeb „kontrolēto” teikumu apakškopas izdalīšanas, kā arī tās semantikas modelēšanas formālajās loģikas valodās un ontoloģijās, kurām ir pieejamas automatizētas loģisko izvedumu sistēmas saderības un jautājumu atbilžu pārbaudei. Kritiski izvērtēt W3C rekomendētās ontoloģiju inženierijas līdzšinējo pieredzi augšējā līmeņa ontoloģiju izveidē un tās perspektīvas jaunajā OWL 1.1 ontoloģiju valodā.
 - Barinskis M. and Barzdins G. Satisfiability Model Visualization Plugin for Deep Consistency Checking of OWL Ontologies // Proceedings of the 3rd International Workshop "OWL: Experiences and Directions" (OWLED 2007), Innsbruck, June, 2007
 - Barzdins G. and Barinskis M. The Minimal Finite Model Visualisation as an Ontology Debugging Tool // Proceedings of the 20th International Workshop on Description Logics (DL 2007), Brixen, June, 2007. Calvanese D., Franconi E., Haarslev V., Lembo D., Motik B., Tessaris S., Turhan A. Y. (Eds.), Bolzen Bolzano University Press, pp. 523–524
 - Bārzdīņš G., Grūzītis N., Nešpore G., Saulīte B., Auziņa I., and Levāne-Petrova K. Ontological Word Sense Disambiguation for Discourse Representation // Proceedings of the 3rd Baltic Conference on Human Language Technologies, Kaunas, October, 2007
 - Bārzdīņš G., Grūzītis N., Nešpore G., Saulīte B., Auziņa I., and Levāne-Petrova K. μ -Ontologies: an Extension of Frame Semantics with Reasoning // LREC 2008 (iesniegts publicēšanai)
 - Barzdins G., Barzdins J., Cerans K. Towards Nationally Standardized Ontologies // Book: Semantic Web Engineering in the Knowledge Society (iesniets publicēšanai)
3. Attīstīt tehniskos risinājumus lielu teksta apjomu semantiskās apstrādes ātrdarbības palielināšanai izmantojot daudzprocesoru, grid, prolog-mpi un citas tehnoloģijas. Aprobēt to lietojamību tīmekļa meklētājprogrammu savāktās informācijas semantiskajā apstrādē.
 - Džeriņš J. and Džonsons K. Harvesting National Language Text Corpora from the Web // Proceedings of the 3rd Baltic Conference on Human Language Technologies, Kaunas, October, 2007

Praktiskie rezultāti 2007.gadā

- Pabeigts darbs pie divām būtiskām projekta sastāvdaļām
 - „Semantiskās Latvijas” koncepcija
 - Tehniskās realizācijas iespēju izpēte
 - Latviešu valodas gramatikas analizators „SemTi Kamols”
 - Nodrošina biežāk sastopamo latviešu valodas gramatisko konstrukciju tulkošanu formālā ontoloģijā starpvalodā
 - Blakus-produkts: pirmais latviešu valodas gramatikas analizators
 - atvērts gramatikas kodēšanas formāts – iespēja to attīstīt tālāk
- Šie rezultāti paver jaunas iespējas gan informatīvo sistēmu integrācijas jomā, gan arī padziļinātai latviešu valodas izmantošanai šādās sistēmās

Gramatikas analizators „SemTi Kamols”

Semantiskais timeklis - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help CPA

http://localhost:3009/

Teikums:

cilvēkiem palicis mazāk par desmit gadiem, lai pārtrauktu atmosfēras piesārņošanu

Analizēt

Rādīt ☒ Visus variantus ☐ Parses rezultātus tekstā ☒ Morfoloģiskos kodus

☒ Lietot vārdu analizatoru ☐ Java debug

Minēt ☐ Lietvārdus ☐ Darbības vārdus ☐ Divdabjus ☐ Īpašības vārdus

Total words: 676 (100.00% recognized), Chunks: 52 (avg length score: 13.00)

19. variants

#papild, kam	#veida_apst, kā	#papild, par_ko	#mēra_apst, cik									
lietvārds cuga v. vār. dsk. dat. 1. dskl. ncapdl cilvēkiem 1-0-0-0 dict	darbības vārds past. divd. lok. vār. vsk. nom. dar.k. tag. nemat. vanpdašnapn palicis 2-0-0-0 dict	apstākļa vārds pam.pak. veids rpm mazāk 4-0-0-0 dict	lietvārds prep. par cuga v. vār. dsk. dat. 1. dskl. ncapdl[prepar] x_prievārds 1-0-0-0 defs	prievārds prep. dsk. sppd par 12-30-0-0 defs	#apzīmētājs, cik skaitļa vārds pam. vienk. dsk. nēlōk. padsmīti mcs0pu0p desmit 6-19-0-0 defs	lietvārds cuga v. vār. dsk. dat. 1. dskl. ncapdl gadiem 1-0-0-0 dict	paļģiteikums mēra apst. ist. iz. vienk. tag. 1 pers. vsk. twispl x_plt 10-9-0-3 defs	pieturzīme komas zc , 11-1-0-0 defs	skaidis pak. vienk. css lai 7-19-0-0 defs	darbības vārds past. divd. lok. vār. dsk. ģm. dar.k. tag. nēmot. vanpdašnapn pārtrauktu 2-0-0-0 dict	#papild, ko #apzīmētājs, kā lietvārds cuga v. riev. vsk. ģm. 4. dskl. ncfsg4 atmosfēras 1-0-0-0 dict	lietvārds csmēn ncmsan piesārņošanu 1-0-0-0 dict

Pat bez vārdu minēšanas, fragmentārās analīzes pārklājums aptuveni 80% caurmēra laikrakstu tekstos
Atrod visus sintaktiski pieļaujamus variantus – sagataves tālākai semantiskai teksta analīzei
Eksperimentāla realizācija – analizē arī garus un sarežģītus teikumus, tikai lēni daudzo variantu dēļ
(analizators nav optimizēts)

“Semantiskās Latvijas” koncepcijas tehniskās relizācijas izpēte

- Integrēta tehnoloģija (RDF/OWL – “lingua franca”)
 - Klasiskās RDBMS ar triggeru procedūrām ierobežojumu pārbaudei
 - UML klašu diagrammas ar OCL ierobežojumiem
 - RDF datu bāzes ar SPARQL piekļuvi
 - OWL DL un OWL 1.1 loģiskie secinātāji
 - Ontoloģiju izstrādes metodoloģija

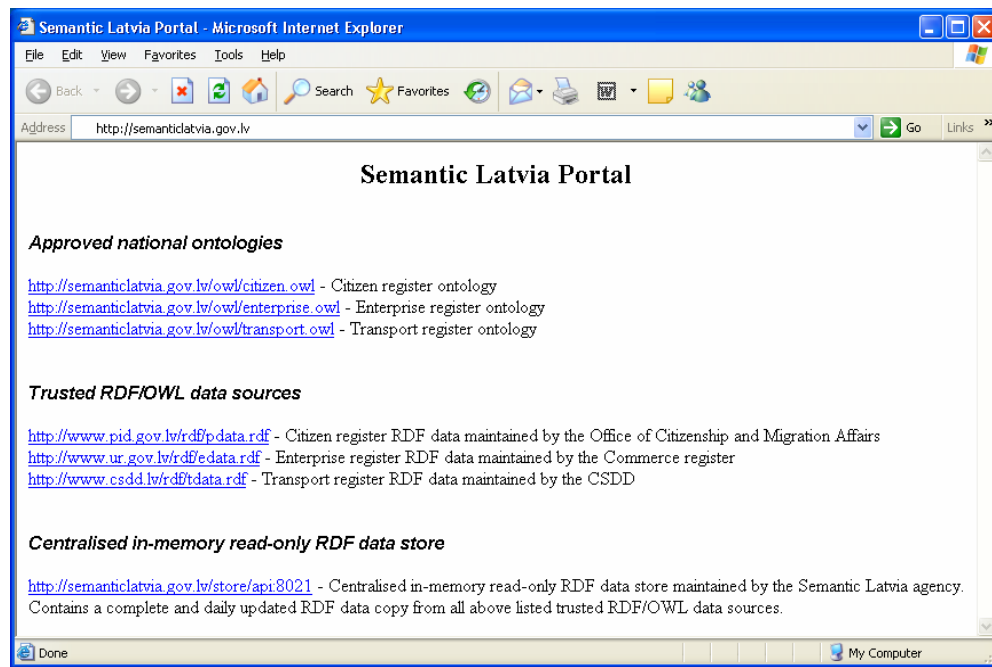
Towards Nationally Standardized Ontologies

Guntis Bārzdīņš, Jānis Bārzdīņš, Kārlis Čerāns
Institute of Mathematics and Computer Science
University of Latvia, Riga LV-1459, Latvia

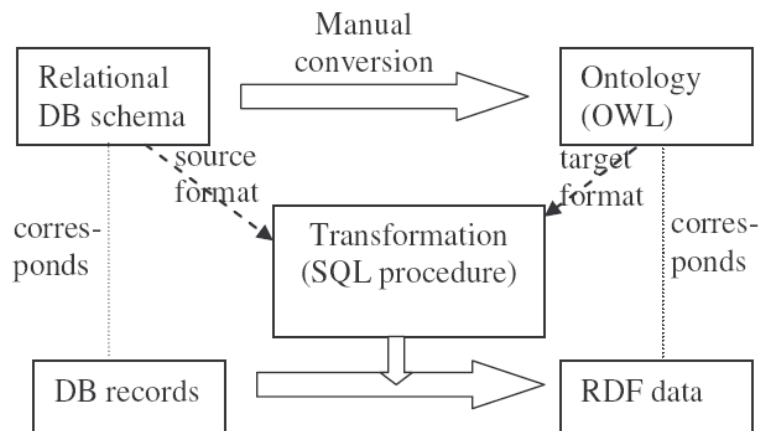
1 Introduction

In this chapter we describe the role of the Semantic Web languages, such as RDF and OWL, in transforming the field of Information Systems currently dominated by the SQL-based relational databases technology where tremendous amount of data and their processing software is accumulated.

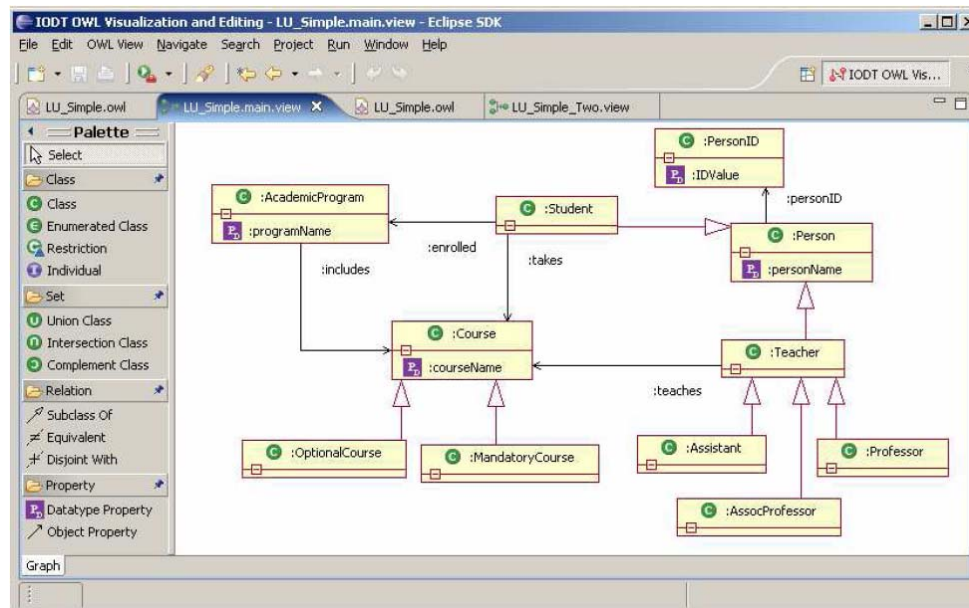
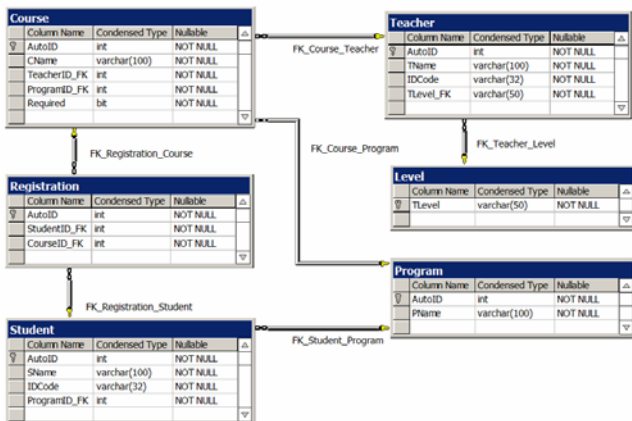
The main message of the chapter is that by shifting e.g. 30% of today's Information System design efforts from the implementation-specific issues to the design of public "National ontologies" as recommended by the Semantic Web vision we would gain a number of far-reaching benefits to. These benefits include easy interoperability and information exchange among diverse Information Systems compliant with such "National ontologies", as well as increased reusability of the successful Information System logical structure designs. The novelty of this chapter is that we illustrate through a detailed "almost real life" example how these theoretically well-known benefits can be implemented with the currently available (though still largely experimental) tools and frameworks.



UML/OWL Profila rīku izmantošana



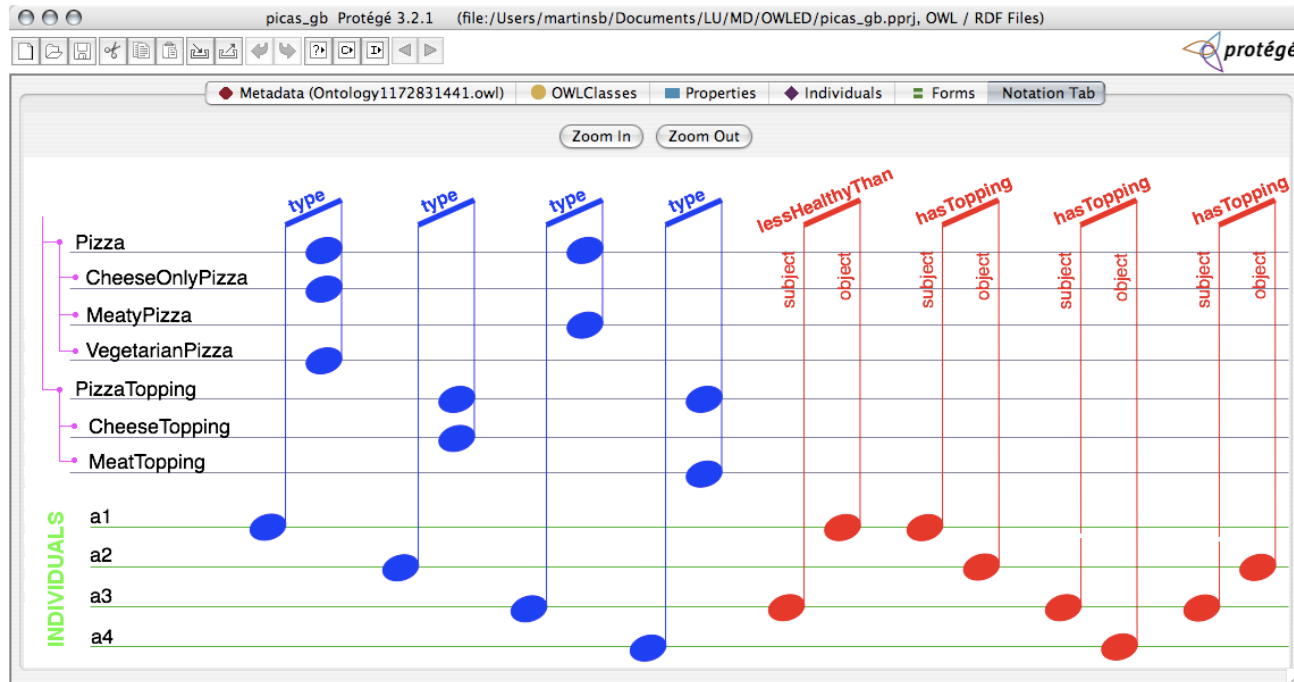
- Ierobežojumu formalizācija
 - Triggeru procedūras
 - OCL
 - OWL DL / OWL 1.1
 - Formālai validācijai iespēja izmantot automatiskus secinātājus FaCT++, Pellet



Kritiski izvērtēt W3C rekomendētās ontoloģiju inženierijas līdzšinējo pieredzi

- Publikācijas divos centrālajos aprakstošo loģiku (ontoloģiju secinātāju matemātiskie pamati) semināros DL'07 un OWLED'07
- “Semantiskās Latvijas” koncepcijas teorētiskās izpētes rezultāti un rekomendācijas
 - Izveidoti kontakti (apmaiņas braucieni) ar DERI Semantiskā tīmekļa izpētes institūtu Īrijā “Nacionālo ontoloģiju” un RDBMS – RDF informācijas migrācijas tehnoloģiju jomā
- Veiktas iestrādes kontrolēto valodu jomā
 - Alternatīva forma ontoloģiju un to datu aprakstam
 - Izpēte un kontakti ar vadošajiem kontrolēto valodu projektiem: ACE, PENG, HALO, ComputationalSemantics
 - μ -Ontoloģiju pieejas izstrāde

The Ontology Satisfiability Model Visualisation Plugin for Protégé



Ontology(Class(Pizza partial restriction(hasTopping someValuesFrom(PizzaTopping)) owl:Thing) DisjointClasses(CheeseTopping MeatTopping) DisjointClasses(PizzaTopping Pizza) ObjectProperty(hasTopping domain(Pizza) range(PizzaTopping)))	formulas(sos). (all a Pizza(a)-> (exists b PizzaTopping(b) & hasTopping(a,b))) & (all a all b MeatTopping(a) & CheeseTopping(b)->-(a=b)) & (all a all b PizzaTopping(a) & Pizza(b)->-(a=b)) & (all a all b hasTopping(a,b) -> Pizza(a) & PizzaTopping(b)) & (exists x1 exists x2 exists x3 exists x4 exists x5 exists x6 MeatyPizza(x1) & CheeseOnlyPizza(x2) & CheeseTopping(x3) & MeatTopping(x4) & Pizza(x5) & PizzaTopping(x6)). end_of_list.
---	---

```

relation(CheeseOnlyPizza(_), [ 1, 0, 0, 0 ]),
relation(CheeseTopping(_), [ 0, 1, 0, 0 ]),
relation(MeatTopping(_), [ 0, 0, 0, 1 ]),
relation(MeatyPizza(_), [ 0, 0, 1, 0 ]),
relation(Pizza(_), [ 1, 0, 1, 0 ]),
relation(PizzaTopping(_), [ 0, 1, 0, 1 ]),
relation(VegetarianPizza(_), [ 1, 0, 0, 0 ]),
relation(hasTopping(_,_), [ 0, 1, 0, 0,
0, 0, 0, 0,
0, 1, 0, 1,
0, 0, 0, 0 ]),
relation(lessHealthyThan(_,_), [ 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0,
1, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0 ])

```

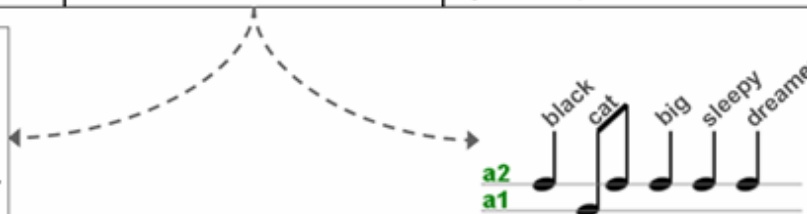
Dinamiska anaforu atrisināšanas metode kontrolētām valodām (HLT'07)

- Oriģināla diskursa konstruēšanas metode faktuāliem teikumiem
 - Balstās uz “Ontology Satisfiability Model Visualisation” idejām
 - Izmanto SemTi Kamols gramatiskā analizatora pieredzi

DRS	Discourse	'Our DRS'
<code>exists(X, object(X, cat)</code> <code> & property(X, black)</code> <code> & property(X, big))</code>	<i>A black cat is big.</i>	<code>b([cat, x1, x2]).</code> <code>b([black, x2]).</code> <code>b([big, x2]).</code>
<code>exists(Y, object(Y, cat)</code> <code> & property(Y, black)</code> <code> & property(Y, sleepy))</code>	<i>The black cat is sleepy.</i>	<code>b([sleepy, A]) :-</code> <code> b([black, A]),</code> <code> b([cat, X, A]).</code>
<code>exists(Z, object(Z, cat)</code> <code> & property(Z, sleepy)</code> <code> & property(Z, dreamer))</code>	<i>The cat that is sleepy is a dreamer.</i>	<code>b([dreamer, A]) :-</code> <code> b([sleepy, A]),</code> <code> b([cat, X, A]).</code>
Static anaphora resolution: $X=Y \neq Z$		Dynamic anaphora resolution: backtracking

PARAPHRASE

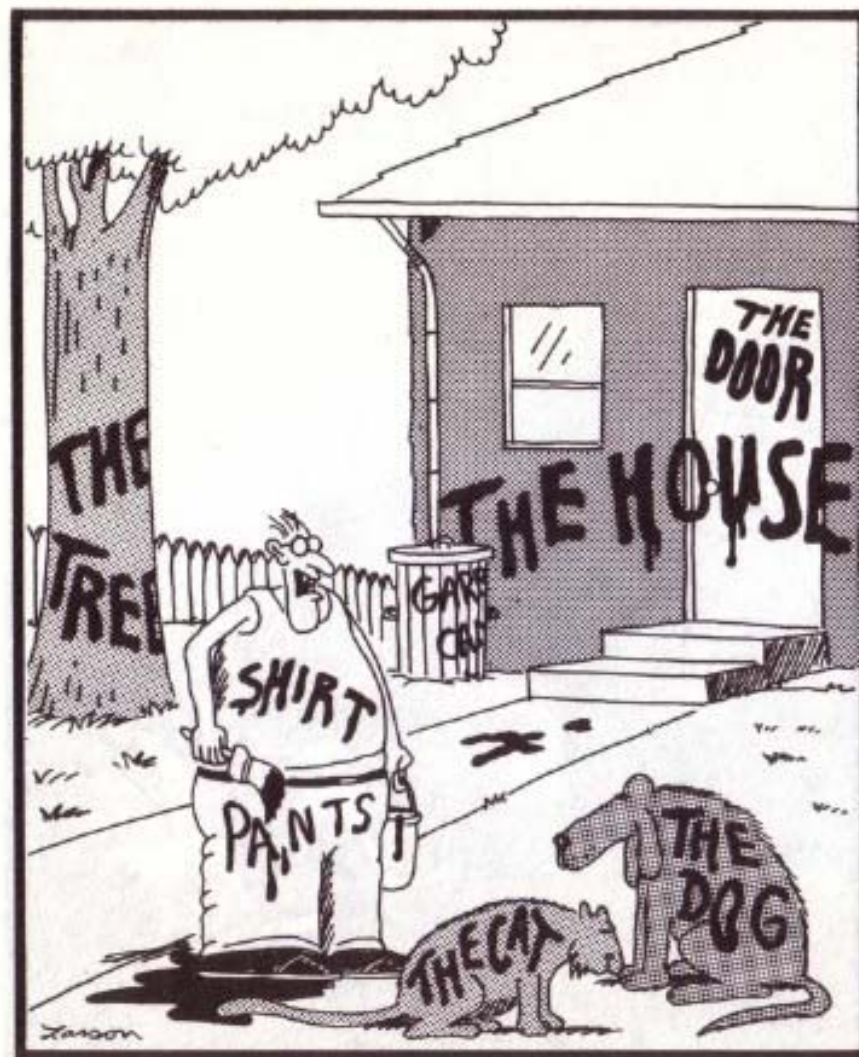
There is a cat X1.
 There is a black cat X2.
 The black cat X2 is big.
 The black cat X2 is sleepy.
 The cat X1 is a dreamer.
 The cat X1 is sleepy.



μ-Ontoloģijas

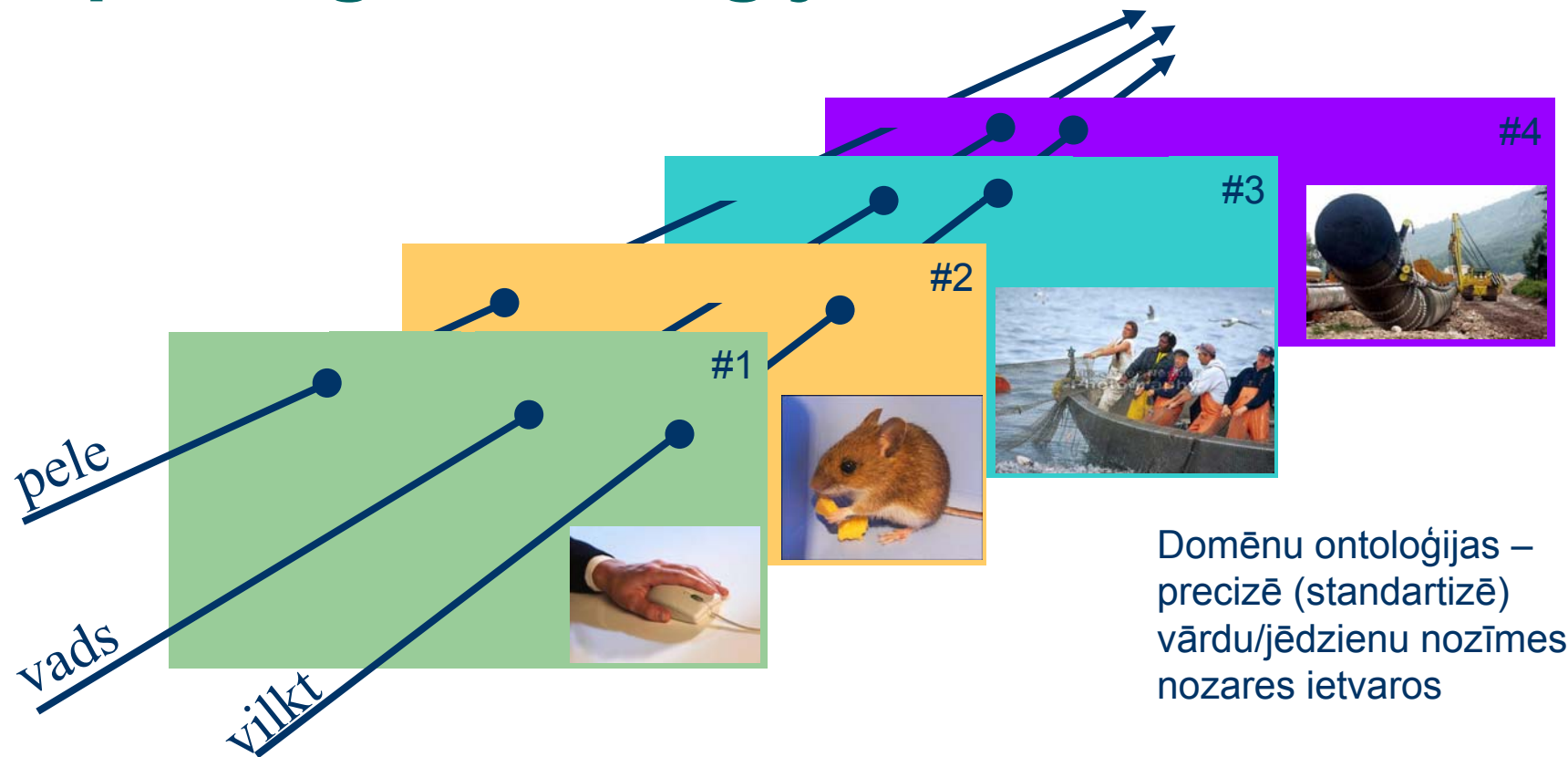
- Risina divas fundamentālas semantiskā tīmekļa problēmas
 - Ontoloģiju integrācija
 - Modulāras ontoloģijas
 - Domēnu ontoloģijas
 - Ontoloģiju klašu nozīmes precizēšana
 - Word Sense Disambiguation (WSD) problēma

“Naivā” semantiskā tīmekļa problēma



"Now! ... That should clear up
a few things around here!"

Dabiskā valoda – paraugs ontoloģiju izstrādei

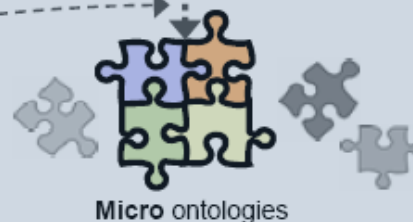
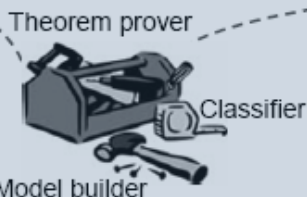
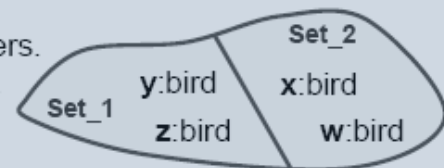
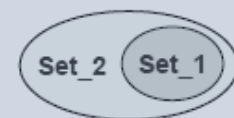


Tas pats vārds dažādos kontekstos apzīmē (nedaudz) atšķirīgas lietas

μ-Ontoloģiju piemērs

- All birds have feathers.
- All birds **can fly**.
- All ducks are birds.
- *Uma is a duck.*
- → Uma is a bird and has feathers and can fly.
- All penguins are birds, but they **cannot fly**.
- *Uno is a penguin.*
- → **Contradiction!**
Model not found!

- All **x:birds** have feathers.
- All **y:birds can fly**.
- All ducks are **z:birds**.
- *Uma is a duck.*
- → Uma is a **Set_1:bird** and has feathers and can fly.
- All penguins are **w:birds**, but they **cannot fly**.
- *Uno is a penguin.*
- → Uno is a **Set_2:bird** and has feathers.
- ↔ All **Set_1:birds** are **Set_2:birds**.



μ-Ontoloģijas: mehānisms WSD un modulāro ontoloģiju integrācijai

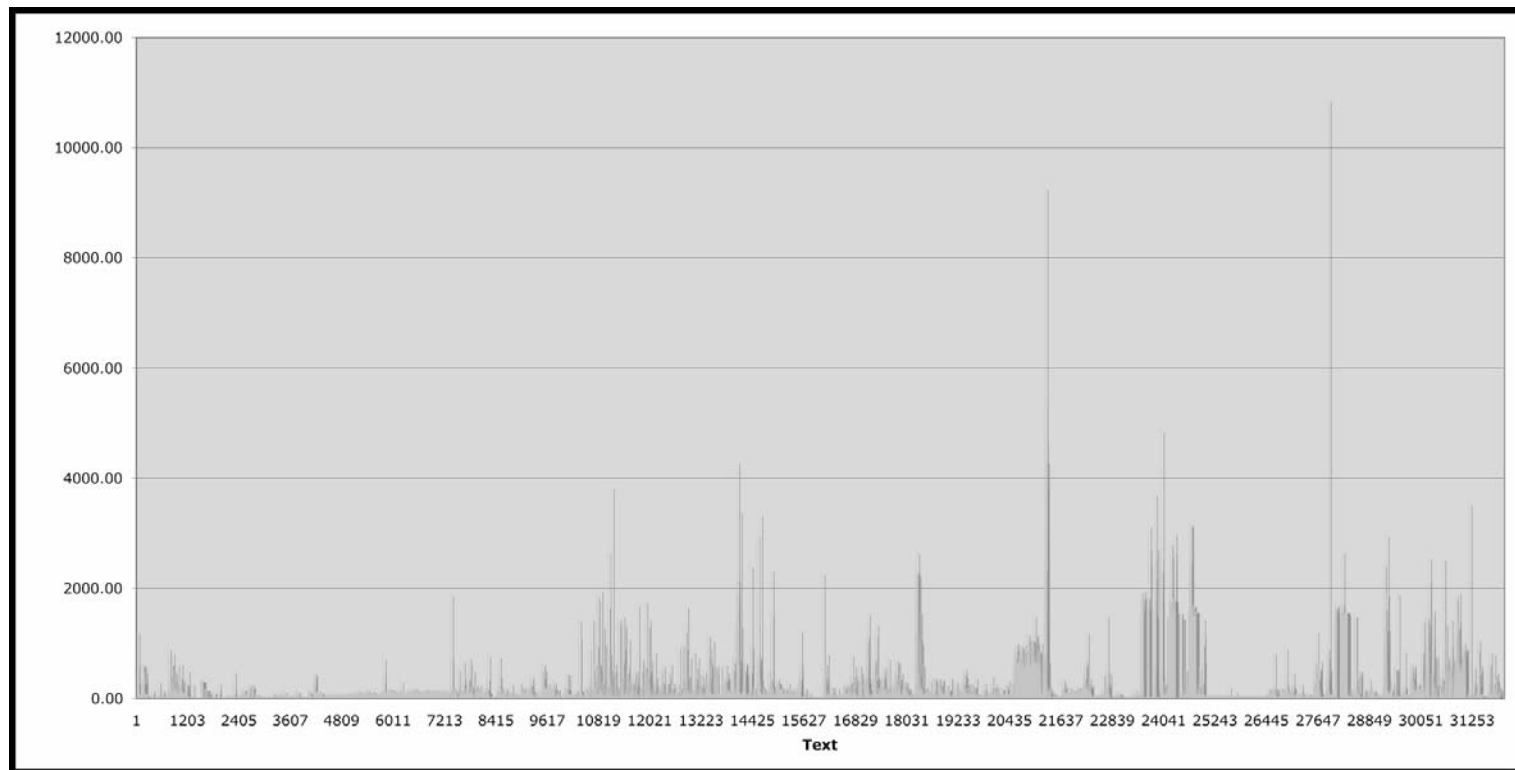
Video lekcijas

- Concept Pattern Analysis
 - Patric Hanks, Chief Editor, Oxford English Dictionaries
 - Nedēļas kurss par vārdu nozīmēm semantiskā tīmekļa kontekstā (LU MII, NGS LT ietvaros)
 - “Words are like bricks and grammar is only like a glue”
- Praktiskais semantiskais tīmeklis
 - Uldis Bojārs, doktorants DERI semantiskā tīmekļa institūtā Irijā
- Ievads OWL DL secinātāju lietošanā
 - Guntis Bārzdiņš
- Kontrolētās valodas ACE, PENG, HALO
 - Konferenču video materiāli

Kopā ar vadošo kontrolēto valodu
ACE un PENG autoriem



Paralēla MPI meklētājprogramma GRIDvidē



- Visi 2004.gada Latvijas web-teksti ~4GB (no TVNET.LV meklētāja)
- Kopējais analīzes laiks ~3 gadi (paralēlā GRID vidē ~1mēnesis)
- Mērķis – atrast lingvistiski kvalitatīvākos tekstus (web-corpus)

Rezultāti

Job	File	Words	Recognized %	Chunks	Avg.size	Recognized	
107	audits.hei.lv!267170.html	36173	85.26	13404	1.96	30841.10	Law comments/explanations
555	isec.gov.lv!893208.html	28519	90.87	11163	2.11	25915.22	Descriptions of school programs
557	isec.gov.lv!925746.html	25207	91.44	9362	2.25	23049.28	
46	ai1.mii.lu.lv!1765285.html	27142	77.46	10479	1.55	21024.19	Latvian proverbs
107	audits.hei.lv!297115.html	21276	88.56	7390	2.26	18842.03	
555	isec.gov.lv!898322.html	19928	87.61	7217	2.12	17458.92	
60	ailab.lv!82998.html	16965	87.59	7128	1.83	14859.64	R.Blaumanis - Purva bridējs
109	audits.hei.lv!429253.html	15464	90.27	5728	2.2	13959.35	
46	ai1.mii.lu.lv!1761064.html	18895	73.84	7344	1.4	13952.07	
59	ailab.lv!725485.html	15102	88.58	6606	1.79	13377.35	R.Blaumanis - Īstā līgaviņa
547	inventions.lza.lv!810755.html	12924	91.04	4904	2.18	11766.01	Latvian patent law
108	audits.hei.lv!365680.html	14416	79.34	4900	1.85	11437.65	
108	audits.hei.lv!326702.html	13058	87.37	4798	2.08	11408.77	
44	ai1.mii.lu.lv!1745453.html	15859	71.23	6140	1.31	11296.37	More proverbs (christmas theme)

- Izmantojot GRID, valodas dziļās analīzes metodes reāli pielietojamas arī lieliem teksta korpusiem
- Pilnībā automātiski iegūtie rezultāti ļauj sākt veidot latviešu valodas tīmekļa korpusu (Web Corpus)
- Pirmajā sekmīgā liela mēroga EGEE BalticGrid / GEANT aplikācija Latvijā

Publikācijas 2007.gadā

- Grūzītis N., Nešpore G., Saulīte B. Morphological and Syntactic Analysis of Latvian: a Different Approach // Международная конференция “Балтийские языки: психолингвистика, социолингвистика, компьютерная лингвистика”, Тезисы, Санкт-Петербург, 2007, стр. 18–21
- Bārzdīņš G., Grūzītis N., Nešpore G., and Saulīte B. Dependency-Based Hybrid Model of Syntactic Analysis for the Languages with a Rather Free Word Order // Proceedings of the 16th Nordic Conference of Computational Linguistics (NODALIDA 2007), Tartu, May, 2007, pp. 13–20
- Barinskis M. and Barzdins G. Satisfiability Model Visualization Plugin for Deep Consistency Checking of OWL Ontologies // Proceedings of the 3rd International Workshop "OWL: Experiences and Directions" (OWLED 2007), Innsbruck, June, 2007
- Barzdins G. and Barinskis M. The Minimal Finite Model Visualisation as an Ontology Debugging Tool // Proceedings of the 20th International Workshop on Description Logics (DL 2007), Brixen, June, 2007. Calvanese D., Franconi E., Haarslev V., Lembo D., Motik B., Tessaris S., Turhan A. Y. (Eds.), Bolzen Bolzano University Press, pp. 523–524
- Bārzdīņš G., Grūzītis N., Nešpore G., Saulīte B., Auziņa I., and Levāne-Petrova K. Ontological Word Sense Disambiguation for Discourse Representation // Proceedings of the 3rd Baltic Conference on Human Language Technologies, Kaunas, October, 2007
- Džeriņš J. and Džonsons K. Harvesting National Language Text Corpora from the Web // Proceedings of the 3rd Baltic Conference on Human Language Technologies, Kaunas, October, 2007
- Paikens P. Lexicon-Based Morphological Analysis of Latvian Language // Proceedings of the 3rd Baltic Conference on Human Language Technologies, Kaunas, October, 2007

Sagatavoti raksti

- Nešpore G. Verbu ar semantisko elementu 'pārvietoties kājām' paradigmātiskās attieksmes // «Linguistica Lettica»
- Saulīte B. Tēmas un rēmas identificēšanas problēmas intervijās // «Linguistica Lettica»
- Bārzdiņš G., Grūzītis N., Nešpore G., Saulīte B., Auziņa I., and Levāne-Petrova K. μ -Ontologies: an Extension of Frame Semantics with Reasoning// LREC 2008
- Barzdins G., Barzdins J., Cerans K. Towards Nationally Standardized Ontologies // Book: Semantic Web Engineering in the Knowledge Society

Galvenie izpildītāji

Guntis Bārzdīņš, Dr. dat., projekta vadītājs, vad. pētnieks

Normunds Grūzītis, Mg. dat., doktorants, pētnieks

Jānis Džeriņš, Mg. dat., doktorants, pētnieks

Ilmārs Poikāns, Mg. dat., pētnieks

Gunta Nešpore, Mg. filol., doktorante, pētniece

Baiba Saulīte, Mg. filol., doktorante, pētniece

Ilze Auziņa, Dr. filol., pētniece

Andrejs Spektors, Dr. fiz., vad. pētnieks

Katrīna Sataki, Mg. dat., pētniece

Ansis Rosmanis, Bak. dat., progr.tehniķis

Pēteris Paikens, Bak. dat., progr.tehniķis

u. c.

Valsts pētījumu programma “Informācijas tehnoloģiju zinātniskā bāze”

Projekts Nr.3

“Oriģinālu signālu apstrādes paņēmieni izveide un izpēte konkurētspējīgu IT tehnoloģiju radīšanai”

Projekts tiek izpildīts Elektronikas un datorzinātņu institūtā

Projekta vadītājs: Dr.sc.comp Modris Greitāns

Izpildītāji: Dr.hab.sc.comp. A.Baums, Dr.hab.mat.A.Lorencs, Dr.hab.sc.comp
Ē.Hermanis, Dr.sc.comp K.Krūmiņš, U.Grunde, T.Laimiņa, I.Savicka, M.Kalbergs,
A.Ševerdaks, M.Liepiņš, R.Šāvelis, G.Šūpols, I.Homjakovs, H.Ikaunieks, A.Dišs,
V.Kārkliņš, V.Pētersons, V.Plociņš, A.Gordušins, M.Mišels-Piešiņš, A.Morozovs,
R.Safins, S.Šaraņins, R.Fuksis, I.Savicka, O.Nikišins, K.Stepānovs, V.Kurmis,
R.Kuzmenkovs, K.Taļikovs

<http://www.edi.lv/projekts/VPP/VPP%203projekts.html>

Projekta etapa rezultāti
2007

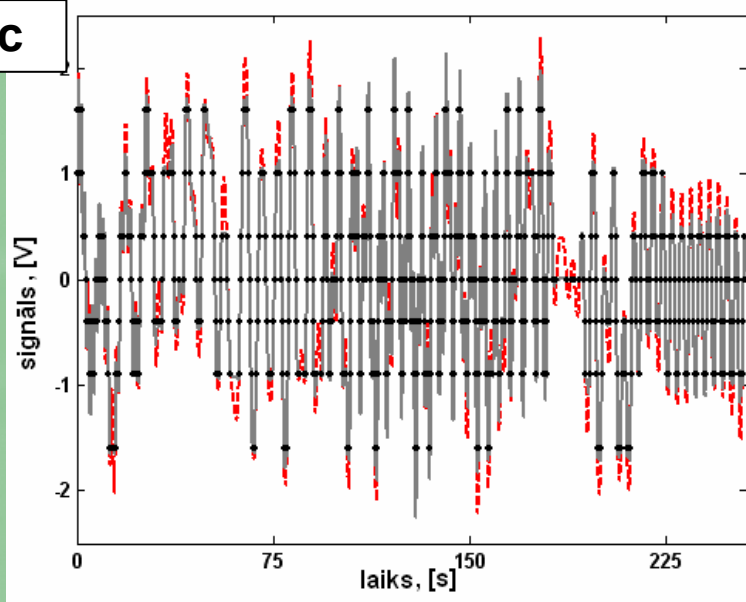
Projekta mērķis: radīt jaunas, modernas ciparu signālu apstrādes tehnoloģijas, kas integrācijā ar mūsdienīgiem elektronikas sistēmu izstrādes paņēmieniem dod iespējas veidot uz zinātnietilpības rēķina konkurētspējīgas iekārtas.

2007. gada uzdevumi:

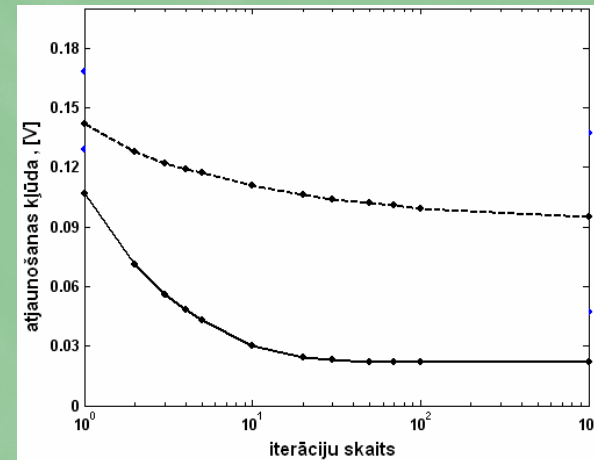
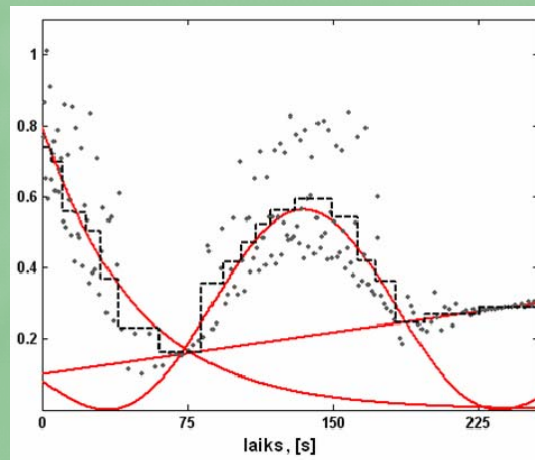
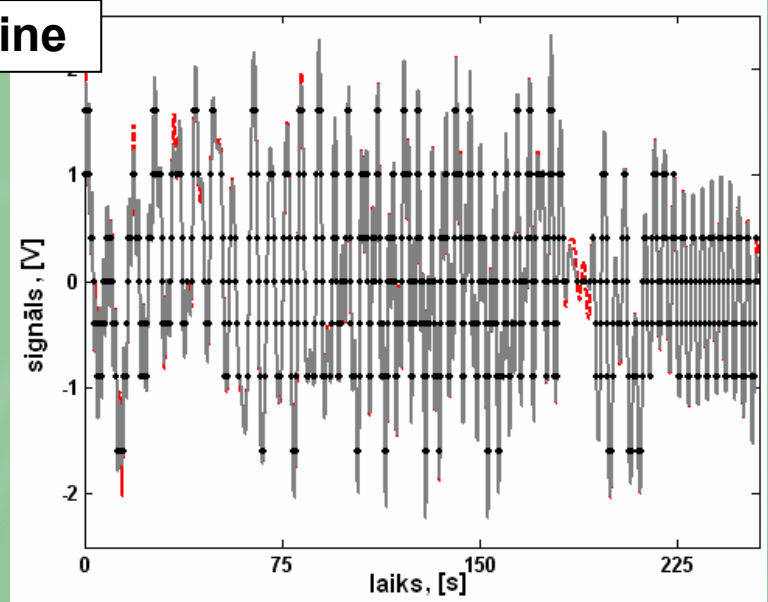
1. Signāla rekonstrukcijas paņēmiena izveide izmantojot splineveidīgus filtrus ar laikā mainīgu raksturlīkni.
2. Skaņas signālu apstrādes sistēmu modelēšana, ja signāla nolases iegūtas ar signālatkarīgas diskretizācijas paņēmieni.
3. Augstas jūtības super-platjoslas signālu pārveidošanas un apstrādes metožu izstrāde ar potenciālu pielietojumu radaru sistēmu jomā.
4. Dalītas sistēmas nestacionāru (neatkārtojošos) procesu pārveidošanas arhitektūras un apstrādes algoritmu izveide.
5. Specializēto mikroshēmu veidošanas iespēju izpēte, izmantojot LabVIEW FPGA moduli un Tanner projektēšanas rīkkopu.
6. Uz vispārēja pielietojuma mikroprocesora veidotas asinhronas datu apstrādes sistēmas darbības izpēte, tās mikrominiaturizēšanas iespējas.
7. Projekta izpildes laikā iegūto rezultātu prezentēšana starptautiskās konferencēs un publicēšana LZP sarakstā iekļautajos zinātniskajos žurnālos (izdevumos).

Rekonstrukcijas rezultāti

sinc

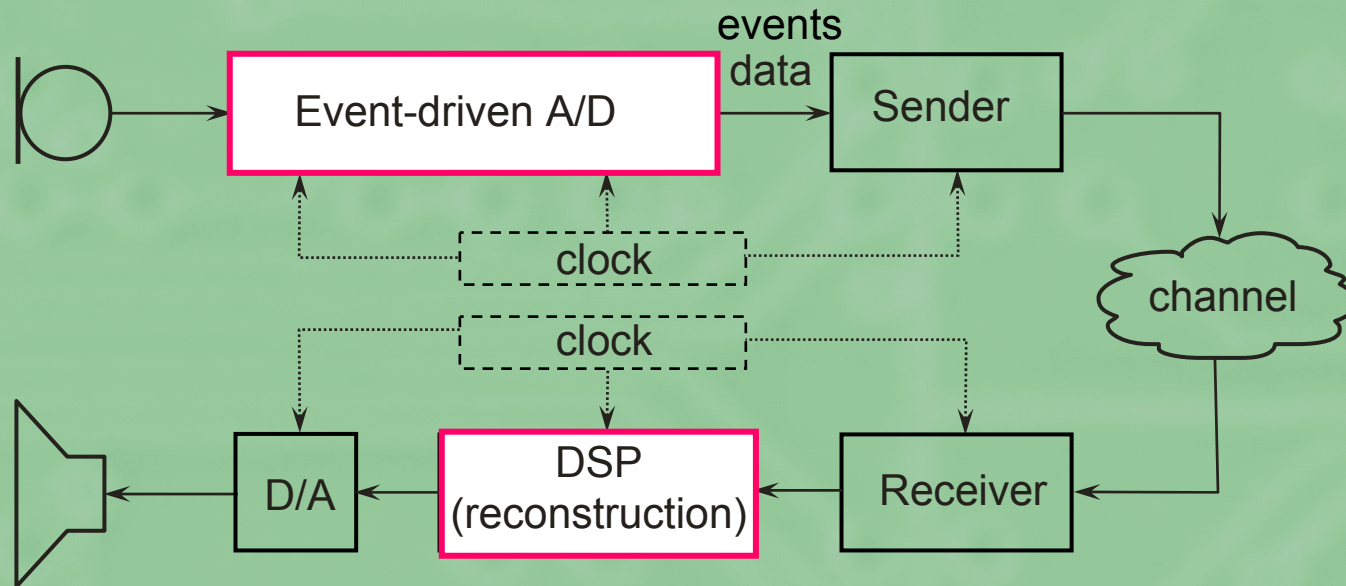


Spline



Skaņas signālu apstrādes sistģmu modelģšana, ja signāla nolases iegģtas ar signālatkarģgas diskretizācijas paņģmienu.

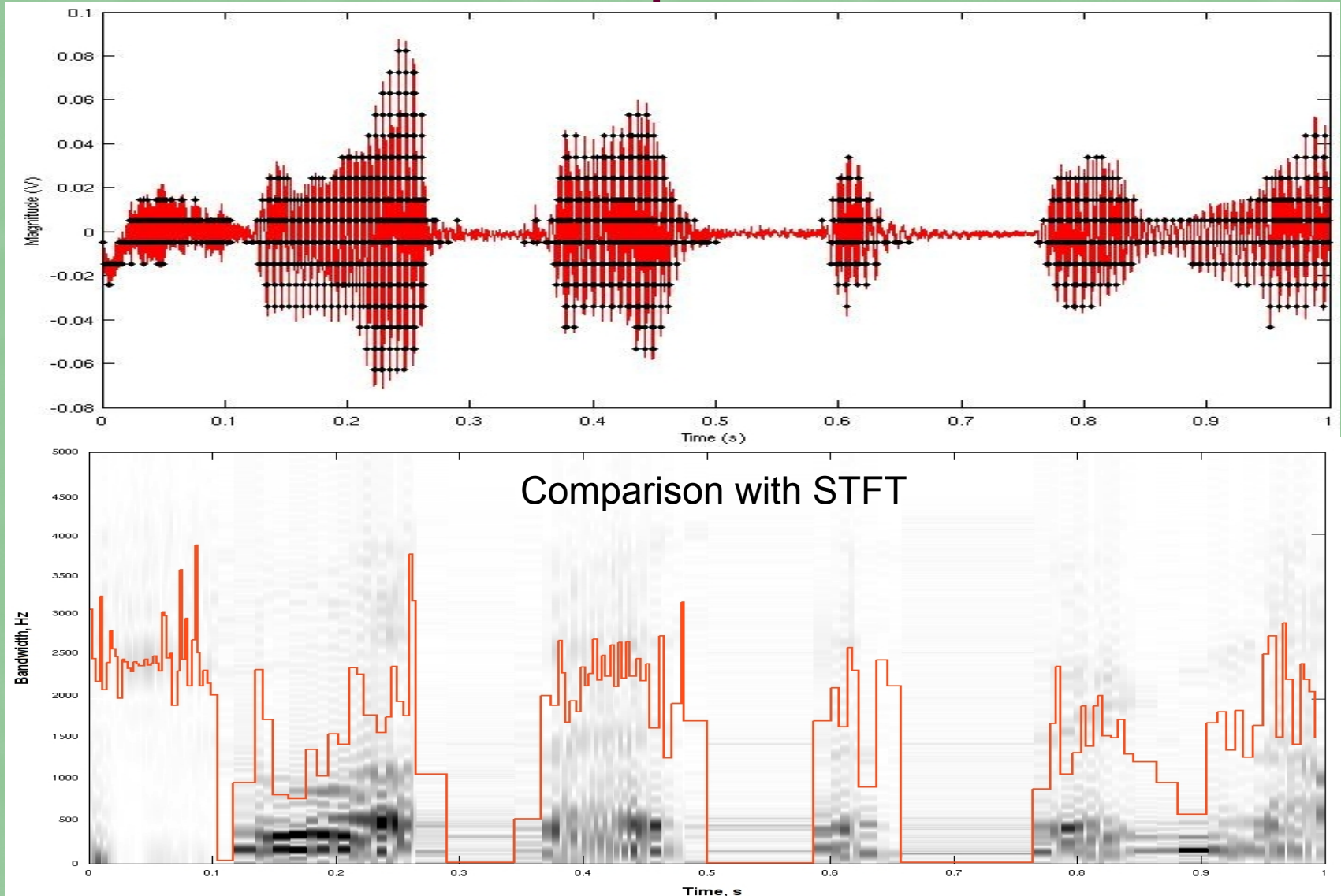
Runas signālu pārraides sistģmas struktģra



Ideja: ciparojot signālu iegģt datus ar zemu redundancas rādģtģju.

Nģmt vģrģ runas ģpatnģbas – starpskaņu pģrtraukumus un pauzes starp vģrdiem +
+ runas signālu kvazistacionģro dabu.

Runas apstrāde



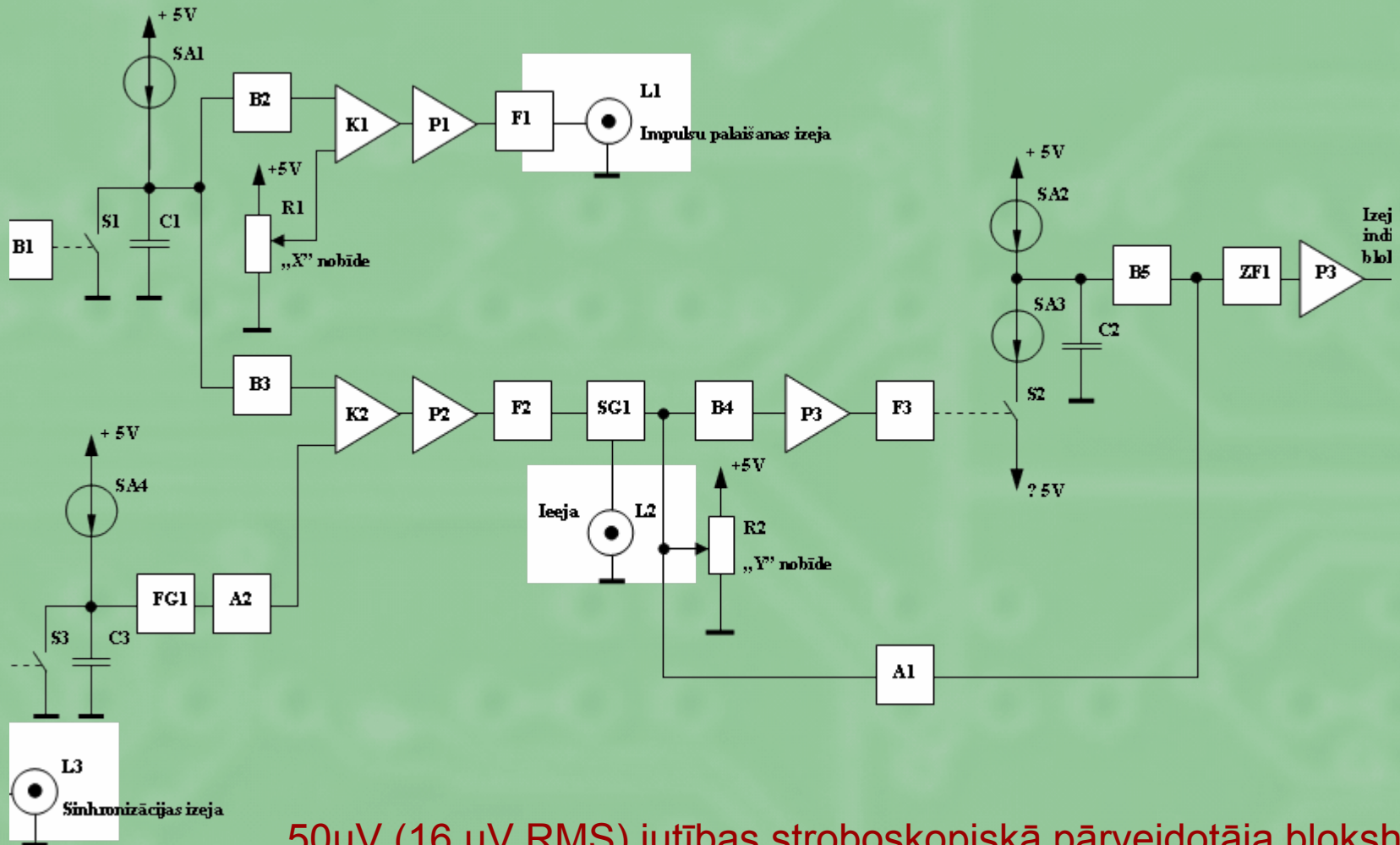
Augstas jūtības super-platjoslas signālu pārveidošanas un apstrādes metožu izstrāde ar potenciālu pielietojumu radaru sistēmu jomā

Pamatideja: izmantot signālu transformāciju laikā ar vienlaicīgu signālapstrādi pašā pārveidošanas procesā, kā arī veikt laikā transformētā signāla papildus apstrādi ar mērķi iegūt maksimālu signāla/trokšņa attiecību pie minimāla iztvērumu (strobu) skaita.

Potenciālais rezultātu pielietojums:

1. Signālu nekropļota pārveidošana, kuras pielietojums ir stroboscilogrāfija, reflektometrija un superplatjoslas radiolokācijas signālu precīzā reģistrācija.
2. Superplatjoslas radiolokācijas signālu atklāšana, kas pie stipri ar troksni maskētiem signāliem pārveidotāja ieejā nodrošina maksimāli augstu signāla/trokšņa attiecību pārveidotāja izejā, toties pieļauj signāla formas kropļojumus.

Originālu signālu apstrādes paņēmieni izveide un izpēte konkurētspējīgu IT radīšanai

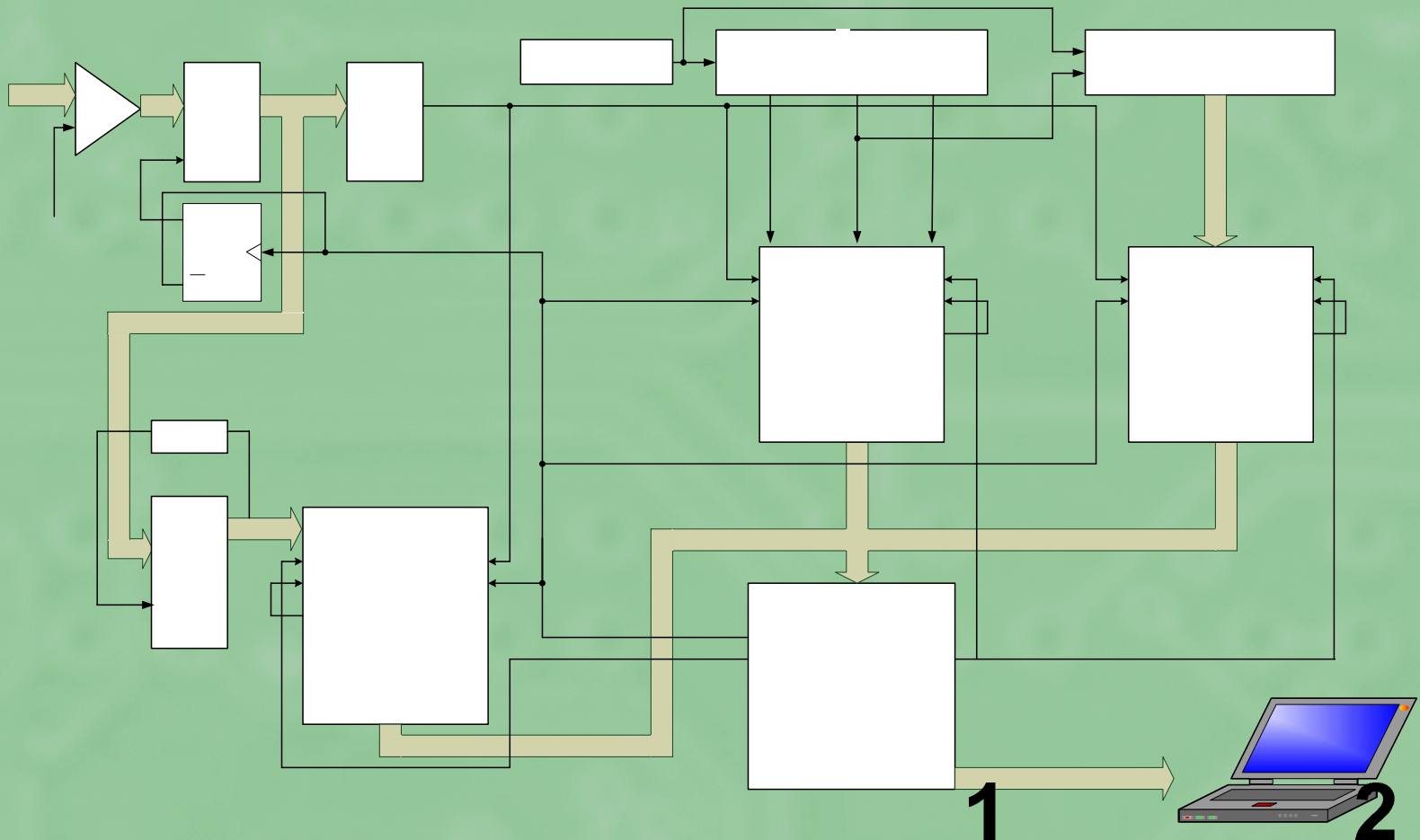


50 μ V (16 μ V RMS) jutības stroboskopiskā pārveidotāja blokshēma

50 μ V (16 μ V RMS) jutības stroboskopiskais pārveidotājs ~10GHz joslai



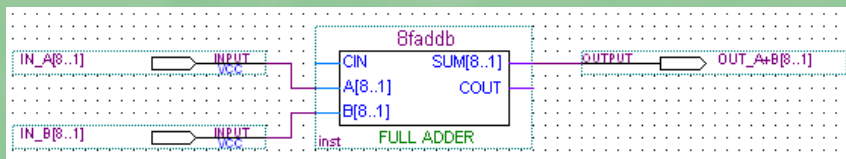
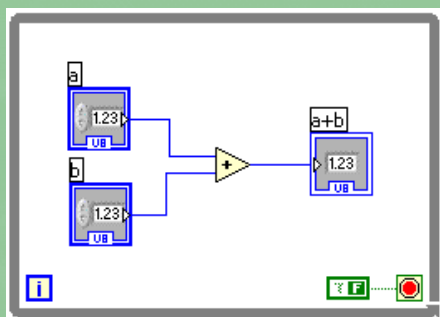
Dalītas sistēmas nestacionāru (neatkārtojošos) procesu pārveidošanas arhitektūras un apstrādes algoritmu izveide



Specializēto mikroshēmu veidošanas iespēju izpēte, izmantojot LabVIEW FPGA moduli un Tanner projektēšanas rīkkopu.

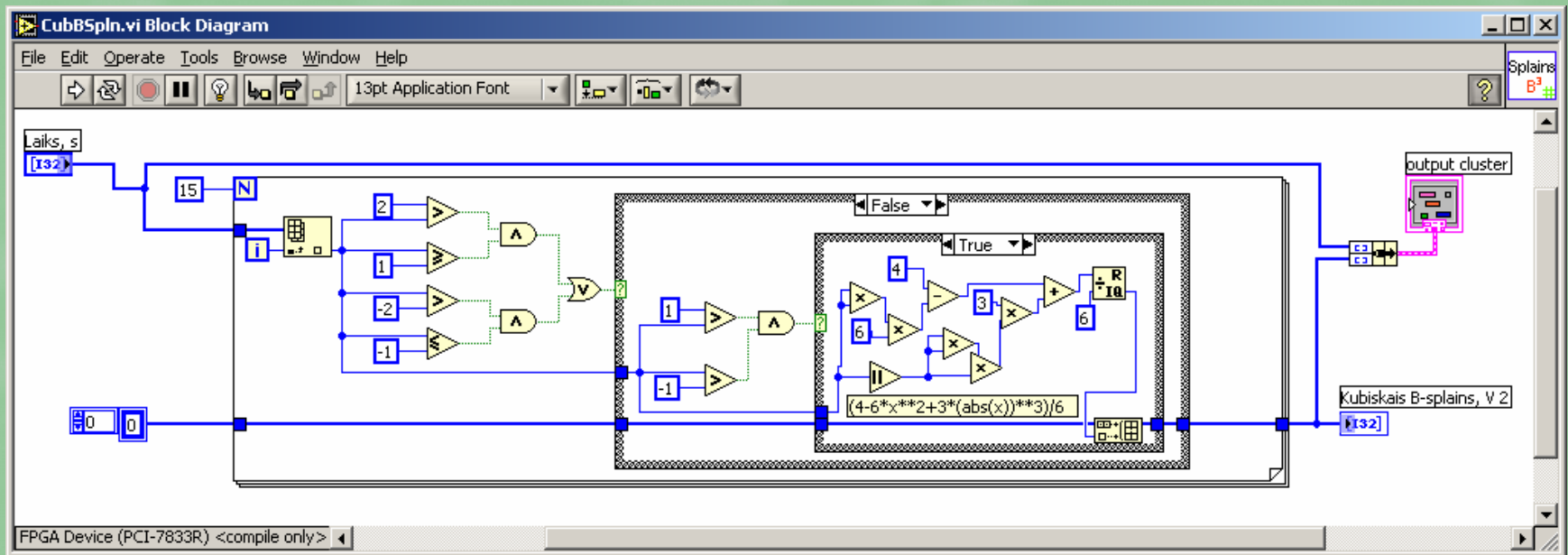
LabVIEW vides izmantošana signālapstrādes algoritmu implementācijai tika apskatīta iepriekšējā etapā. Loģisks tālāko pētījumu solis bija iespēju izpēte efektīvai LabVIEW programmu pārnesei no datora uz FPGA. Tika:

- novērtētas FPGA programmēšanas līdzības un atšķirības starp LabVIEW, HDL un specializētām blokshēmām,
- apskatītas pieejamās iekārtas FPGA programmēšanai LabVIEW vidē, kā arī izanalizētas LabVIEW FPGA moduļa versijas 1.1 iespējas



```
1 LIBRARY ieee ;
2 USE ieee.std_logic_1164.all ;
3 USE ieee.std_logic_signed.all ;
4
5 ENTITY adder IS
6 PORT ( CIN      : IN      STD_LOGIC ;
7        X, Y     : IN      STD_LOGIC_VECTOR(7 DOWNTO 0) ;
8        SUM      : OUT     STD_LOGIC_VECTOR(7 DOWNTO 0) ;
9        COUT     : OUT     STD_LOGIC ) ;
10 END adder ;
11
12 ARCHITECTURE Behavior OF adder IS
13     SIGNAL Summa      : STD_LOGIC_VECTOR(8 DOWNTO 0) ;
14 BEGIN
15     Summa <= ('0' AND X) + ('0' AND Y) + CIN ;
16     SUM <= Summa(7 DOWNTO 0) ;
17     COUT <= Summa(8) ;
18 END Behavior ;
```

IZPģTES REZULTĀTI PAR LABVIEW FPGA MODULI



Kubisko B-splainu aprģķina algoritms LabVIEW vidģ, kas adoptģts FPGA moduļa noteiktajām prasģbām datu tipiēm un matemģtiskajām darbģbām. Koda izpildes mģrķis – FPGA ierģce PCI-7833R – norģdģta kreisajā apakģģjā stģrģ.

Ierobeģotģs iespģjas programmatģras un tehnisko risinģjumu klģstģ, kģ arģ šģs metodikas nepietiekamģ kapacitģte interesģjoģo algoritmu realizģcijai liek secinģt, ka šobrģd LabVIEW -> FPGA pieeja nespģģ apmierinģt mģsu vajadzģbas.

IZPĒTES REZULTĀTI PAR TANNER PRO

Tanner Pro ir programmu komplekts, kas ļauj veikt analoģu un jaukta signāla pielietojuma-specifisku mikroshēmu – ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) – izstrādi, realizējot sistēmas koncepciju augsti integrētā, miniatūrā un energoefektīvā formā.

Tanner rīkkopa nodrošina visu izstrādes soļu veikšanu ar attiecīgām programmām:

S-Edit – principiālās shēmas ievadei,

T-Spice – analogai simulācijai,

W-Edit – simulācijā iegūto viļņformu analīzei,

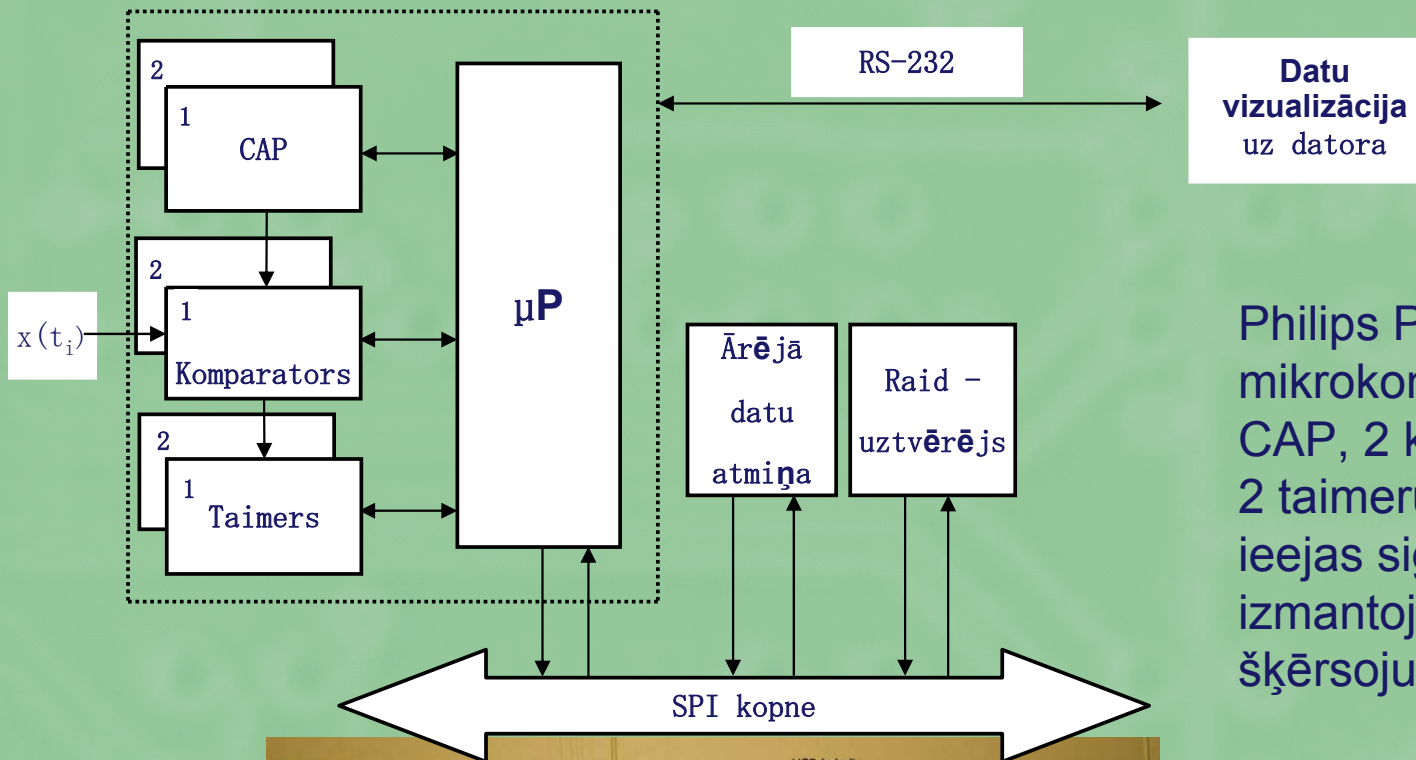
L-Edit – fiziskās izvietojanas programma un tās galvenie apakškomponenti:
interaktīvai dizaina noteikumu pārbaudei, principiālās shēmas vadītai

izvietojanai, faktiskās shēmas ieguvei no fiziskā izvietojuma, izvietojuma un principiālās shēmas salīdzināšanai,

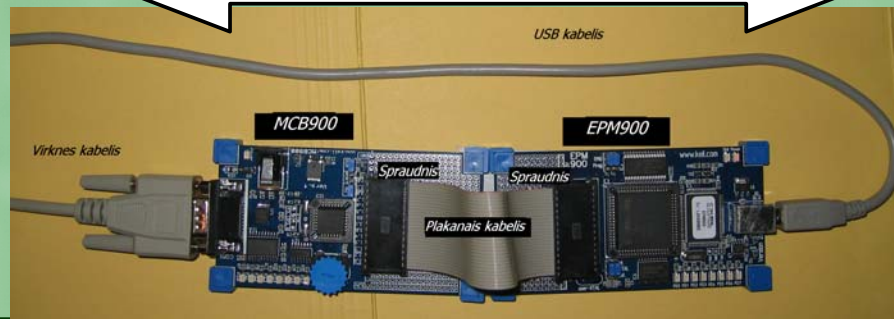
HiPer Verify – detalizētai submikrona mēroga dizaina noteikumu pārbaudei.

Izmantojot EURO PRACTICE servisu ir izvēlēta AMI Semiconductor 0.5 μm C05-A komplimentārā metāla-oksīda-pusvadītāja tehnoloģija. Par šīs tehnoloģijas izmantošanu ir noslēgts konfidencialitātes nolīgums (NDA) un ir uzstādītas dizaina komplekta bibliotēkas.

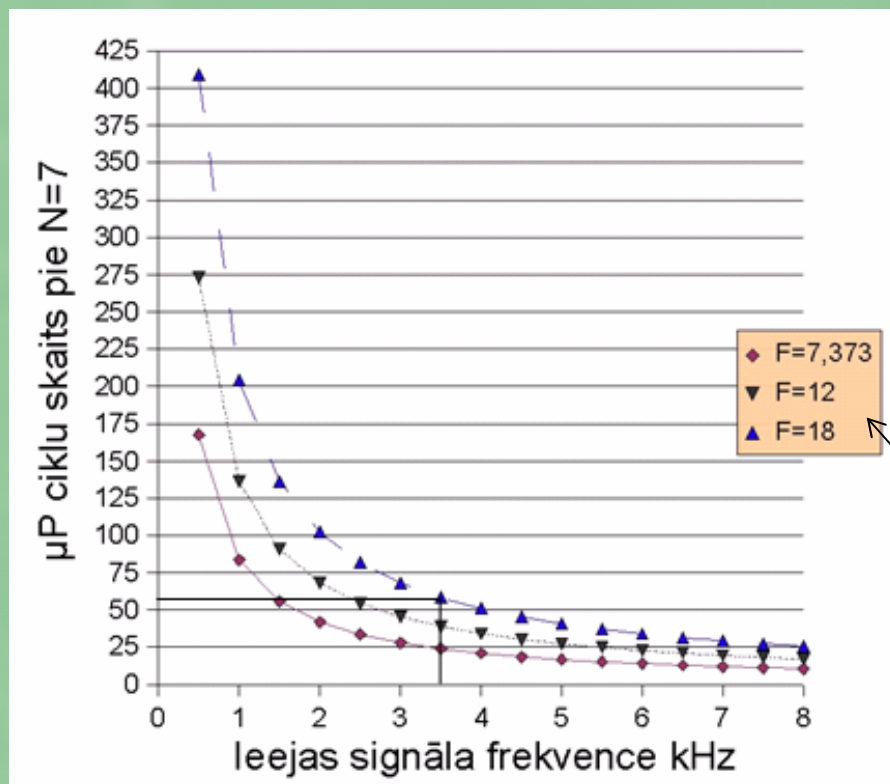
Uz vispārēja pielietojuma mikroprocesora veidotas asinhronas datu apstrādes sistēmas darbības izpēte, tās mikrominiaturizēšanas iespējas



Philips P89PLC936 mikrokontrolieris satur 2 CAP, 2 komparatorus un 2 taimerus - piemērots ieejas signāla nolasei, izmantojot līmeņa šķērsojuma metodi



IZPĒTES REZULTĀTI



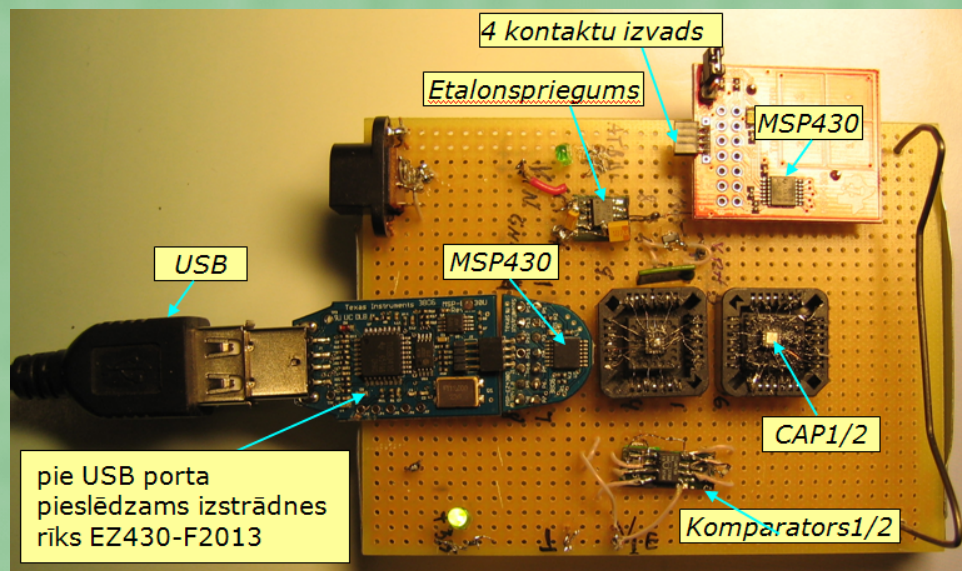
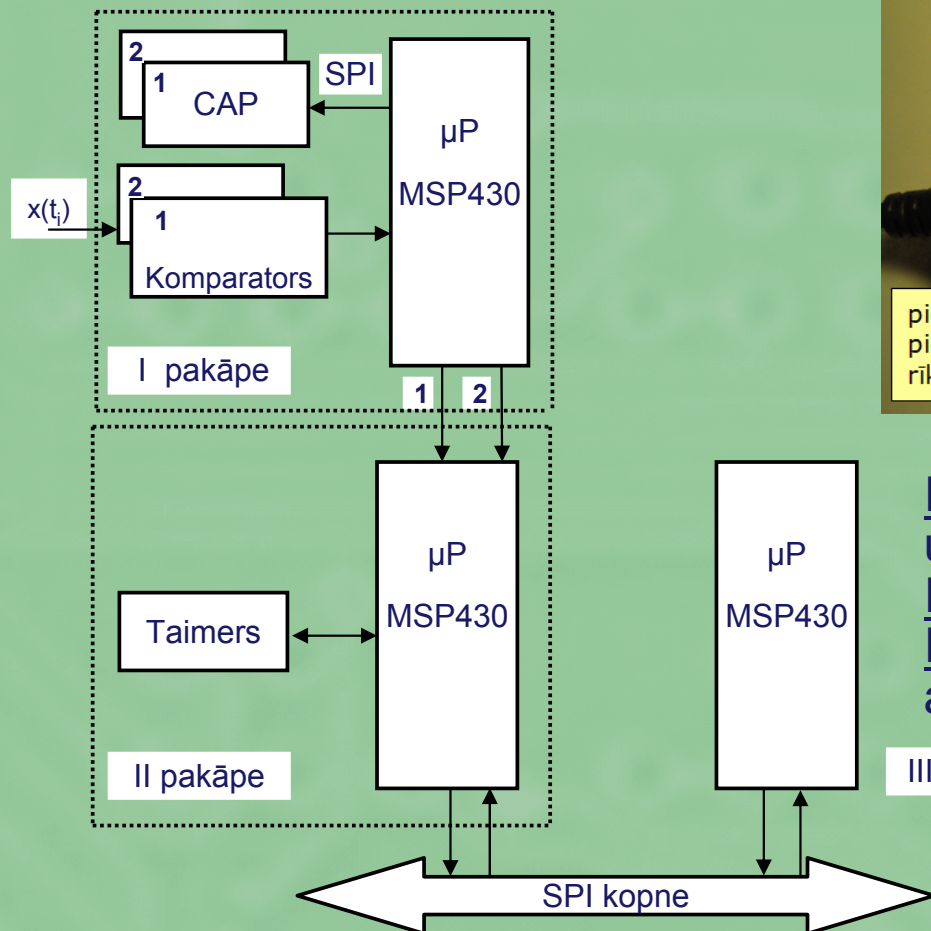
leejas signāla nolasēm
nepieciešamais programmas laiks
ir 60 μP cikli, kas krustojoties dod
3,5 kHz.

Tikai, samazinot 60 μP ciklu
skaitu, var nolasīt ieejas signāla
ar lielāku frekvenci

F ir μP frekvence MHz

μP ciklu skaita atkarība no ieejas signāla frekvencēm $f_{\max}$ pie dažādām TG
frekvencēm un $N=7$

PĀRVEIDOTĀ STRUKTŪRA



I pakāpe veic ieejas signāla atsekošanu un jauna etalonlīmeņu vērtības aprēķinu.
II pakāpe veic laika vērtības fiksēšanu.
III pakāpe veic izmērīto laika intervālu apstrādi.

III pakāpe

Galvenās publikācijas saistītas ar projekta izpildi 2007.gadā (pavisam 15)

- R.Shavelis. Signal Reconstruction from Multiple Level Crossings Using Asymmetric Constructing Functions. Electronics and Electrical Engineering. – Kaunas: Technologija, Vol. 77, No. 5, pp. 57-60.
- M.Greitans, R.Shavelis. Spline-based signal reconstruction algorithm from multiple level crossing samples. 7th International Conference SampTA 2007, Thessaloniki, Greece, June 2007, (on CD).
- M.Greitans, R.Shavelis. Speech sampling by level-crossing and its reconstruction using spline-based filtering. 14th International Conference IWSSIP 2007, Maribor, Slovenia, June 2007, pp.305-308.
- M.Greitans. Discrete Wigner-Ville distribution in nonuniform sampling case, 7th International Conference SampTA 2007, Thessaloniki, Greece, June 2007, (on CD).
- M.Greitans. Time-Frequency Representation Based Chirp-Like Signal Analysis Using Multiple Level Crossings. 15th European Signal Processing Conference EUSIPCO 2007, Poznań, Poland, September 3-7, 2007, pp.2254-2258.
- K.Kruminsh, A.Lorencs, V.Plocinsh. *A2 Paradox in Statistical Processing of Weak Signals*, Automatic Control and Computer Sciences ,Vol. 41, N 1, pp.1-9.
- V. Karklinsh, K. Kruminsh, *Correlation filtration of statistically transformed signals*, Automatic Control and Computer Sciences ,Vol. 41, N 5, pp. 289-293.
- A.Baums, M. Greitans, U.Grunde Development of asynchronous data processing system by using general-purpose microprocessors, // Electronics and Electrical Engineering, N6 (78), 2007., Kaunas Technologija 2007, pp. 21-24
- M.Liepins. Processing of threshold-crossing sampled GSM signal on the rectangular function basis. Proceedings of the “2007 Workshop on Digital Alias-free Signal Processing” (WDASP’07), Apr. 2007, London, UK, pp. 62-65.

Starptautiskās konferences, kur ziņots par rezultātiem 2007.gadā:

- 2007 Workshop on Digital Alias-free Signal Processing” (WDASP’07), Londona, Lielbritānija 17.IV (3 prezentācijas)
- 11th International Conference "Electronics’2007“, Kauņa, Lietuva 15-17.V (2 prezentācijas)
- 7th International Conference on Sampling Theory and Applications SampTA 2007, Tesalonģke, Grieķģja, 1-5.VI (2 prezentācijas)
- 14th International Conference on systems, Signals and Image Processing IWSSIP 2007 and 6th EURASIP Conference Focused on Speech and Image Processing, Multimedia Communications and Services EC-SIPMCS 2007, Maribora, Slovģnģja, 27-30.VI (1 prezentācija)
- 15th European Signal Processing Conference EUSIPCO 2007, Poznaņa, Polģja, 3-7.IX, (1 prezentācija)
- RTU 48. starptautiskā zinātniskā konference, Rģga, Latvģja 11-13.X (1 prezentācija)

Apmācģbas kursi 2007.gadā:

Mixed Signal ASIC Design Training using Europractice Design Kits for Tanner Tools Pro, Erlangena, Vāģģja, 23-24.X

CEI-Europe Course “Power Integrity, Signal Integrity and EMC Co-Design”, Barselona, Spānģģja, 12-16.XI

SECINĀJUMI:

- 2007. gada etapam nospraustie uzdevumi izpildīti.
- Izpildītie darbi ir mērķtiecīgs turpinājums 2005-2006.gados uzsāktam un paveiktam, kā arī laba iestrāde turpmāko pētījumu norisei.

TURPMĀK PLĀNOTIE UZDEVUMI:

Signāla rekonstrukcijas ar laikā mainīgu joslas platuma splaina filtru praktiskā attīstība.

Signālatkarīgi diskretizēta runas signāla apstrādes sistēmas realizēšana.

50μV jūtības un ~10GHz joslas stroboskopiskā pārveidotāja eksperimentālā izpēte.

Jauktu signālu (analogu + ciparu) specializēto mikroshēmu projektēšanas iespēju izpēte.

Asinhronas datu apstrādes sistēmas attīstība uz TI MSP430 saimes mikroprocesoriem.

Projekta izpildes laikā iegūto rezultātu prezentēšana starptautiskās konferencēs un publicēšana LŽP sarakstā iekļautajos zinātniskajos žurnālos (izdevumos).

Papildus jāatzīmē, ka turpinot jau iepriekšējos etapos iesākto praksi, projekta izpildē ir iesaistījušies divpadsmit jauni darbinieki (tajā skaitā 2 doktoranti, 5 maģistranti un 4 bakalauranti). Saistībā ar projekta izpildi nākamajā gadā varētu tikt aizstāvēti 4 bakalauru un 3 maģistru darbi.

Paldies par uzmanību!

Dr.sc.comp. Modris Greitāns
Elektronikas un datorzinātņu institūts
Dzērbenes iela 14, Rīga, Latvija
Tālr.: 7558155
E-pasts: modris_greitans@edi.lv
<http://www.edi.lv/projekts/VPP/VPP%203projekts.html>

Valsts pētījumu programma
“Informācijas tehnoloģiju zinātniskā bāze”

Projekts Nr.4
**“Jaunu tehnoloģiju izpēte un pielietošana
elektroniskās aparātbūves jomā”**

Elektronikas un datorzinātņu institūts

Darba izpildītāji:

Dr. J.Artjuhs (projekta vadītājs)
Dr. I.Biļinskis
Dr. A.Ribakovs
Dr. V.Bespaļko
Dr. J.Buls
Dr. V.Čapenko
Dr. V.Pelipejko
Dr. E.Beiners

V.Vedins
A.Veršinins
J.Vīksna
K.Sudars*
V.Stepins*
D.Stepins*
Z.Ziemelis*
A.Seļivānovs*

* *Jauns speciālists*

levads

Projekts Nr.4 plašā nozīmē paredz daudzveidīgu informācijas tehnoloģiju izpēti un izstrādi ar mērķi nodrošināt zinātniski-tehniskos priekšnoteikumus jaunas, pasaules tirgū konkurentspējīgas elektroniskās aparatūras radīšanai. Konkrēti - projekts ir orientēts uz jaunu tehnoloģiju izpēti, kuras būtu pielietojamas Datu Vākšanas un Apstrādāšanas Sistēmu (DVAS) realizācijai (*Data Acquisition (DAQ) systems*).

Pēc definīcijas DVAS sistēmas un instrumenti savāc, diskretizē un apstrādā daudzu devēju vai citu signālu avotu izejas signālus nolūkā tos attēlot, analizēt un/vai vadīt sistēmas un procesus. Tādejādi DVAS sistēmas ietver sevī ļoti plašu dažādām vajadzībām domātu instrumentu klāstu un ļoti dažādas tehnoloģijas tiek lietotas to pielietošanai. Šai jomā ir sastopama ļoti izteikta konkurence starp dažādiem iekārtu ražotājiem. Lai nodrošinātu Latvijā ražotu augsto tehnoloģiju produktu konkurētspēju, esam izvēlējušies pētīšanai vienīgi tās jaunās tehnoloģijas, kas atbilst sekojošiem nosacījumiem:

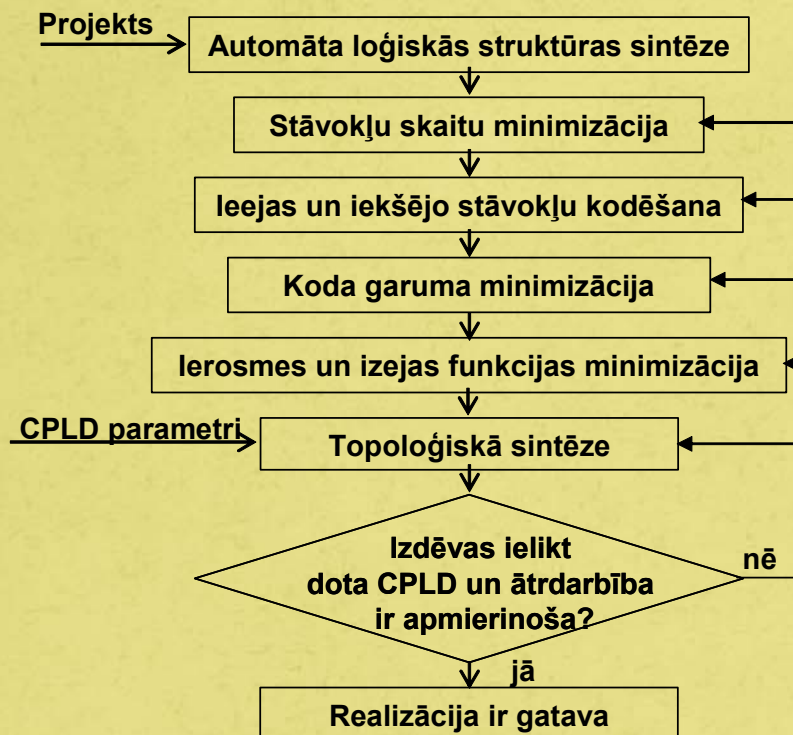
- tās ir radītas vai uzlabotas Latvijā, piemēram, tādas kā DASP tehnoloģija;
- projektā iesaistītie pētnieki ir uzkrājuši ievērojamas zināšanas un labas tehniskās projektēšanas prasmes atbilstošajā nozarē.

Šī iemesla dēļ mūsu izvēlētās tehnoloģijas pārstāv dažādus DVAS sistēmu projektēšanas aspektus. Šai projekta posmā tika veikti pieci šai tehnoloģijai specifiski uzdevumi.

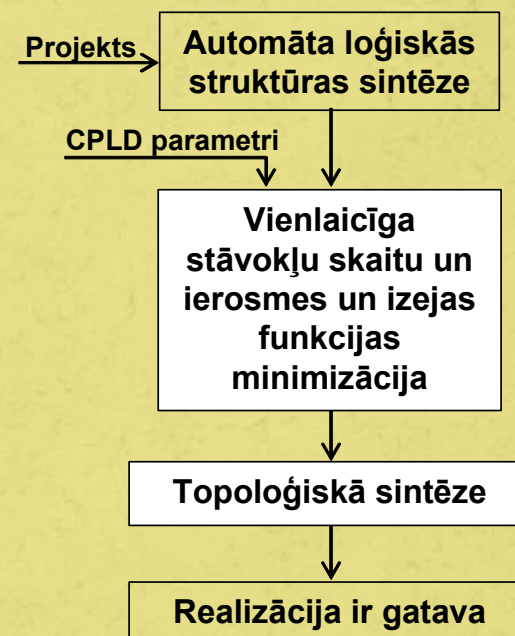
Uzdevums Nr.1

Ātrdarbību paaugstinošu metožu izstrāde un pētīšana un to pielietošana digitālo iekārtu izstrādē, balstoties uz programmējamu augstas integrācijas mikroshēmu pielietošanu

Loģiskās sintēzes tradicionālais process



Izstrādāta loģiskās sintēzes metode CPLD bāzē

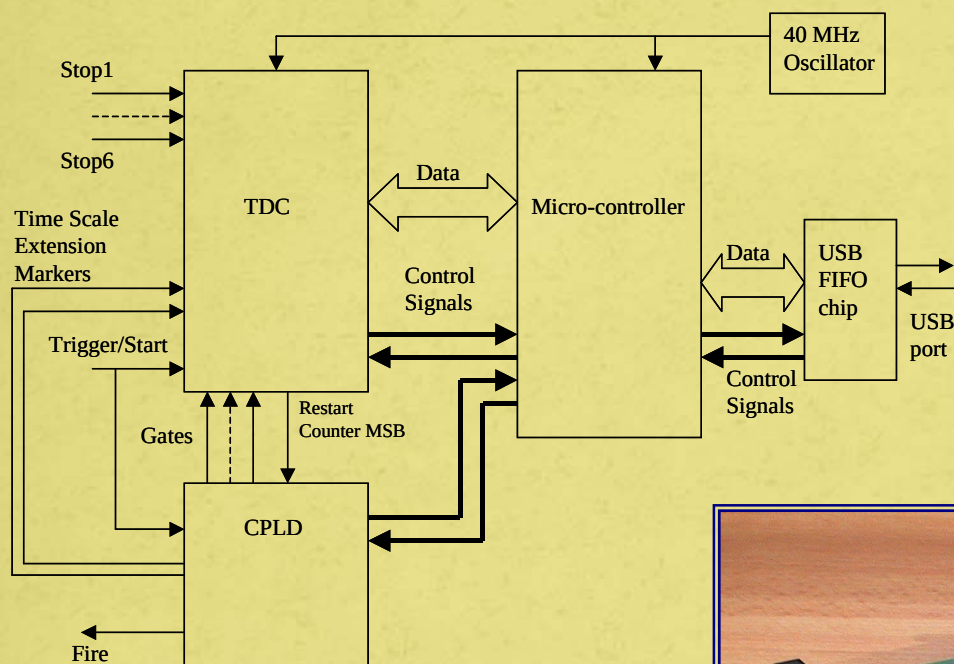


Izstrādātā metode, ņemot vērā konkrētas CPLD (Complex Programmable Logic Devices) parametrus, ļauj atrast piemērotu loģisku struktūru ar maksimālo ātrdarbību. Šī metode uzlabo tehniskos rādītājus ierīcēm, kurās izlietoti CPLD, un kuras ir orientētas uz ciparu pārvaldi un datu apstrādi reālā laikā.

Uzdevums Nr.2

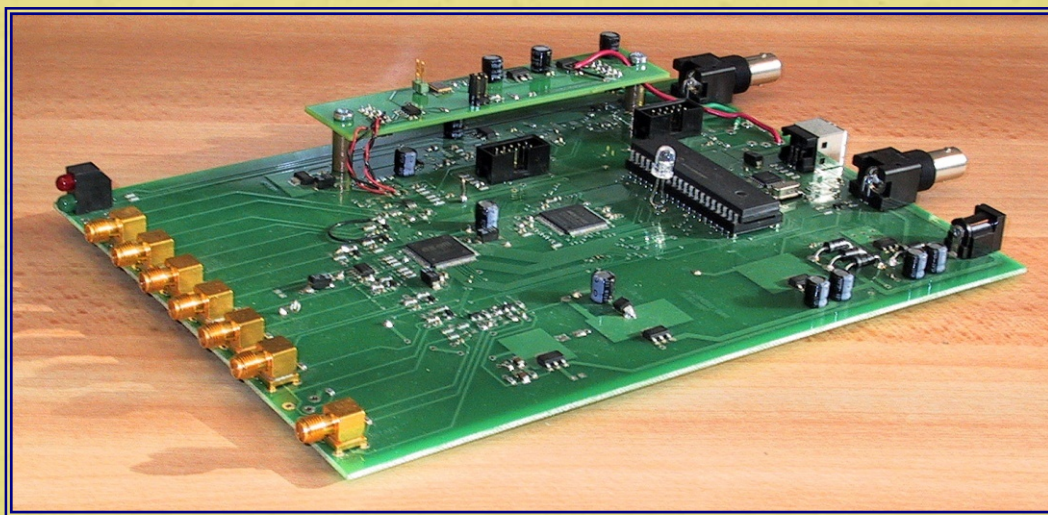
Notikumu plūsmu reprezentējošu daudzkanālu datu savākšanas pilotiekārtas izstrāde, izgatavošana

...



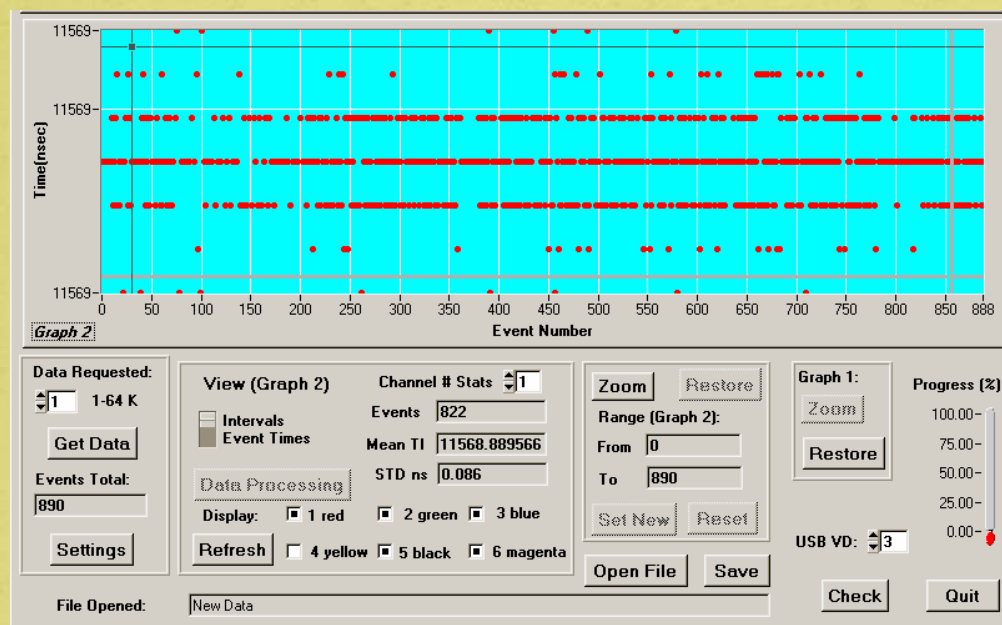
Diskrētas laika mērīšanas iekārtas pamats ir integrāla pārveidotāja jaunais tips :
laika-ciparu pārveidotājs (TDC).

Notikumu taimera projektēšanas gaitā tika izstrādāts un ieviests jauns veids, kā nodrošināt iekārtai neierobežotu laika skalu. Šī metode tika realizēta aparātūrā un parādīja savu efektivitāti.



Uzdevums Nr.2

... un eksperimentāla pārbaude



- . 6 neatkarīgi notikumu mērīšanas kanāli, TTL līmeņa augošas vai krītošas frontes;
- . 6.5 nsek nejūtības zona katram kanālam;
- . <90 ps vidējā kvadrātiskā izšķiršanas spēja un neierobežots laika diapazons;
- . vidējais pieļaujamais notikumu biežums visiem kanāliem – 100000 notikumi/sec;
- . 155 MHz maksimālais notikumu biežums sprakšķī visos kanālos (līdz 32 notikumiem pēc kārtas);
- . var apstrādāt līdz 256 notikumu sprakšķiem – tālāk 40 MHz iekārtai kopumā vai 10 MHz katram kanālam;
- . USB 2.0 ports sakariem ar personālo datoru;

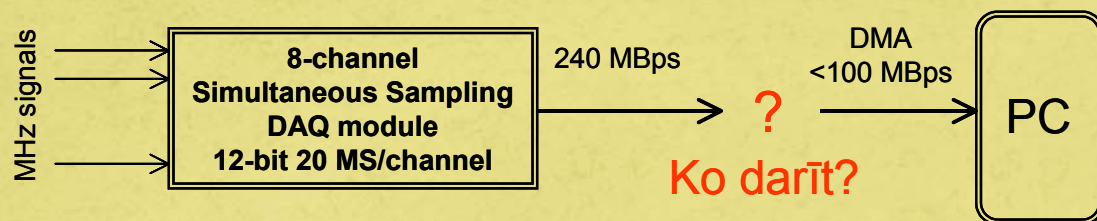
Iespējamie pielietojumi:

- . lāzera tālmēri;
- . gaismas uztveršanas un parametru noteikšanas iekārtas (LIDAR);
- . lidojuma laika spektrometrija (TOF);
- . ar lāzeri ierosinātu bioloģisku daļiņu fluorescences (LIF) spektroskopija;
- . fosforescences laika parametru pētījumi un citi.

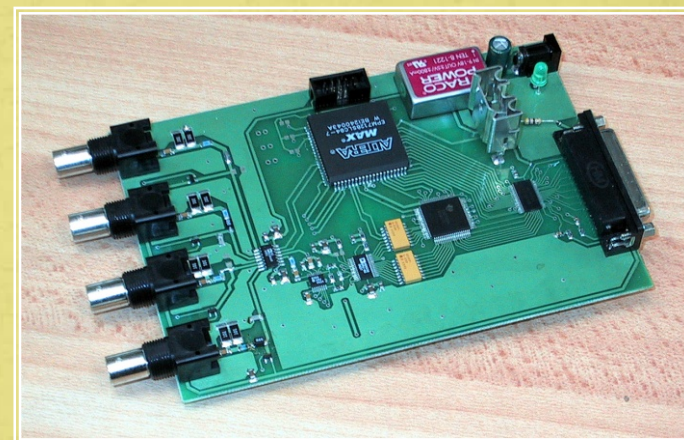
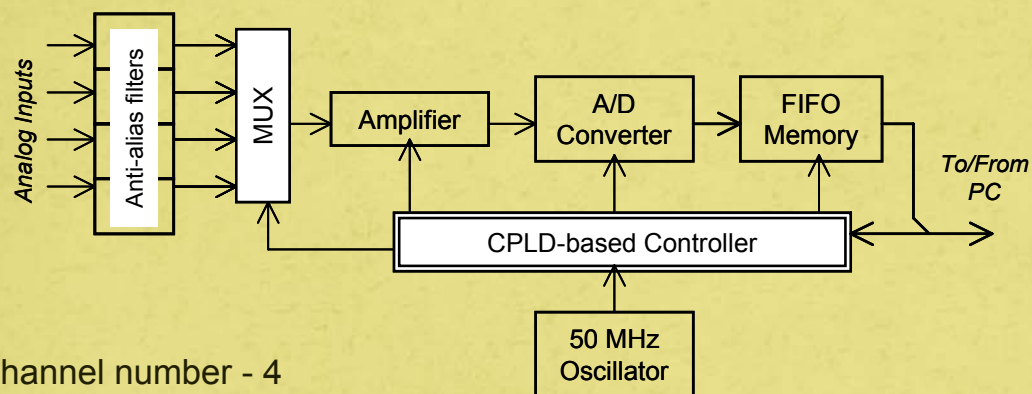
Uzdevums Nr.3

Daudzkanālu signālu diskretizācijas iekārtas izstrāde, izgatavošana un eksperimentāla izpēte, orientējoties uz bezpārtraukuma funkcionēšanas režīmu

Problēma



Problēmas risinājums kas balstīts uz DASP tehnoloģijas pielietojumu



Channel number - 4

ADC resolution – 12 bits

FIFO depth – 32K samples

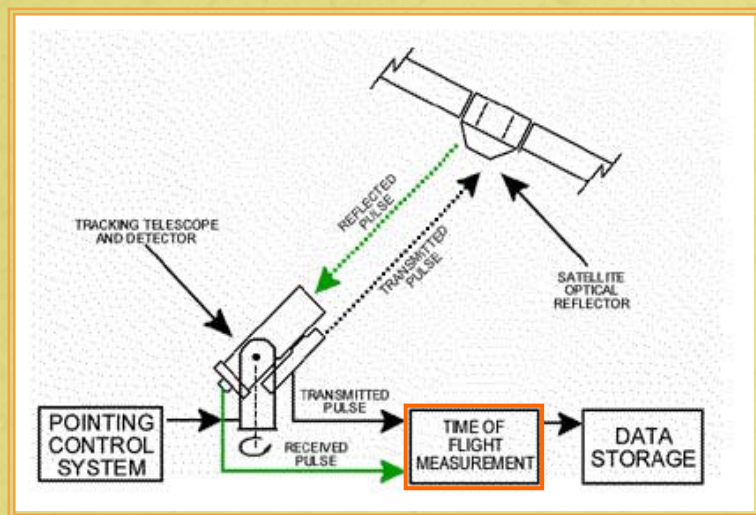
Available data transfer speed for continuous operation:

~1 MBps via PC parallel port (300 KHz alias-free analog bandwidth)

~30 MBps via USB (10 MHz alias-free analog bandwidth)

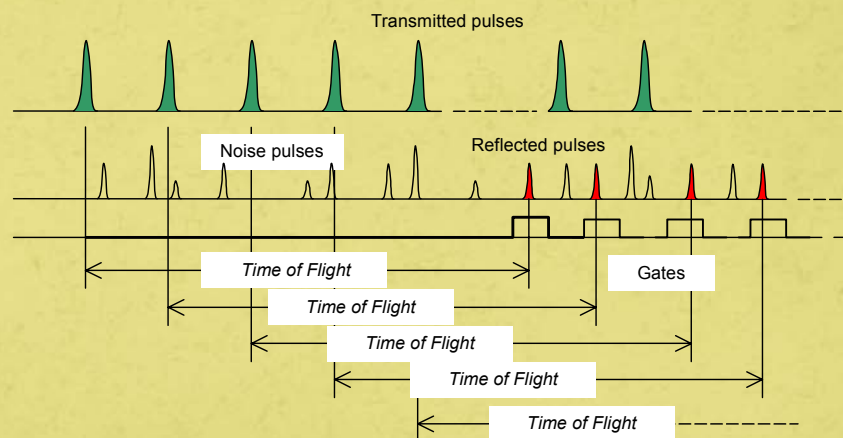
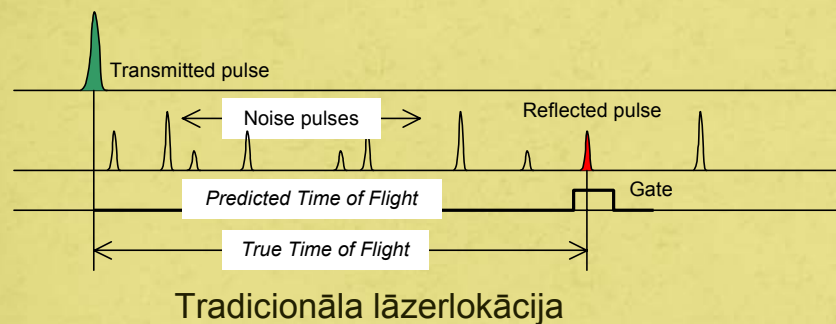
Uzdevums Nr.4

Ātrdarbīgu notikumu plūsmu ģenerācijas un reģistrācijas sistēmu izstrāde un pielietošana kosmisko objektu lāzerlokācijas vajadzībām



Jauns etaps lāzerlokācijas tehnikas attīstīšanās ir **augsto frekvenču lokācija** ar ciklu atkārtotības periodu, kas ir daudz mazāks nekā lidojuma laiks.

Augsto frekvenču lokācija nodrošina ne tikai lielāku informācijas apjomu par pavadoņa trajektoriju tā lidojuma laikā virs lokācijas punkta, bet arī kvalitatīvi jaunu informāciju par tā uzvedību (piemēram, par tā griešanos ap masu centru).



Uzdevums Nr.4

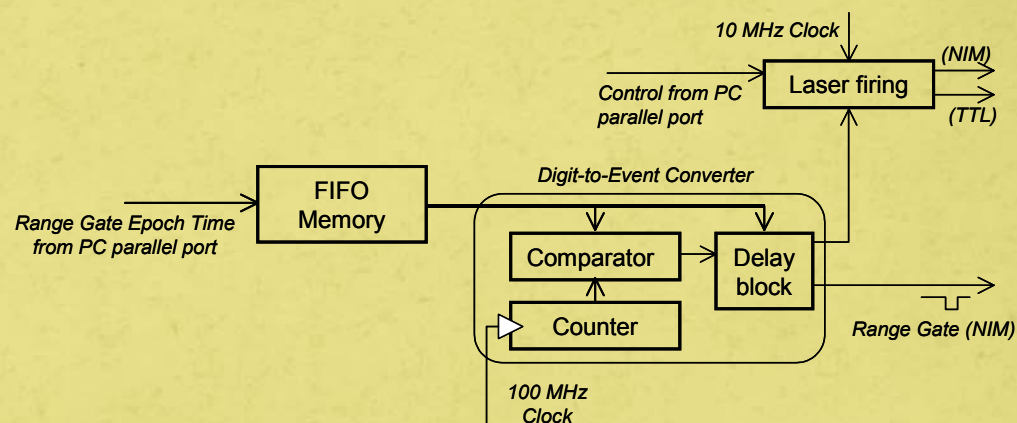
Lai izveidotu mērīšanas sistēmas, kas strādā augsto frekvenču diapazonā, ir nepieciešami notikumu augstas precizitātes taimeris ar mērīšanas frekvenci līdz 4 - 5 KHz. Tradicionālo programmējamo impulsu aiztures ģeneratoru vietā ir jāizmanto programmējamo notikumu ģeneratori. Sērijas ierīces, kas varētu atbilst šīm prasībām, pašlaik vēl neeksistē.

Speciāli notikumu taimeris, kas tiek izmantoti ILRS tīklā. (Dati ir saņemti no <http://ilrs.gsfc.nasa.gov/>)

Manufacturer	Model	Resol. [Ps]	Jitter [Ps]	Linearity [Ps]	Stability [Ps/K]	Stability [Ps/hour]	Max. rep. rate [Hz]	Max. TOF
PESO	PET4/TIGO	1.2	3.5	3	<0.3	<0.5	>100	N/A
EOS	MRCS V.4	2	10	1	N/A	1	1000	N/A
HTSI	MLRO	0.5	<2	N/A	N/A	0.5	2000	N/A
IECS	A032-ET	1	7-9	<1	<0.5	N/A	10,000	1.5 hr

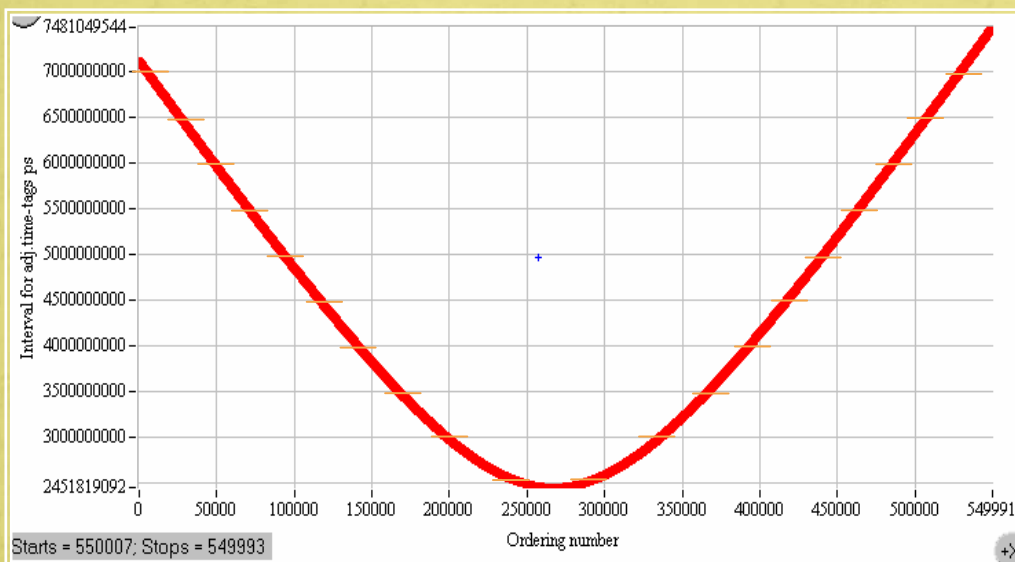
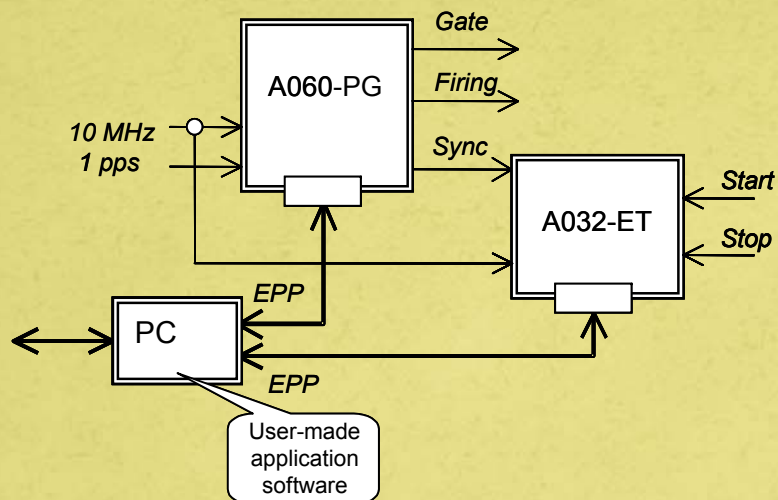
Augsto frekvenču lokācijas prasībām atbilst notikumu taimeris MLRO (no «Honeywell Technology Solution Inc.» un Rīgas notikumu taimeris A032-ET.

Pie tam, taimerim A032-ET ir lielāka ātrdarbība, kas atbilst augsto frekvenču lokācijas prasībām un, kas ir būtiski, samērā nav dārgs.



Papildus izstrādāts programmējamo notikumu ģenerators, kas ir speciāli pielāgots augstu frekvenču lāzerlokācijai.

Uzdevums Nr.4

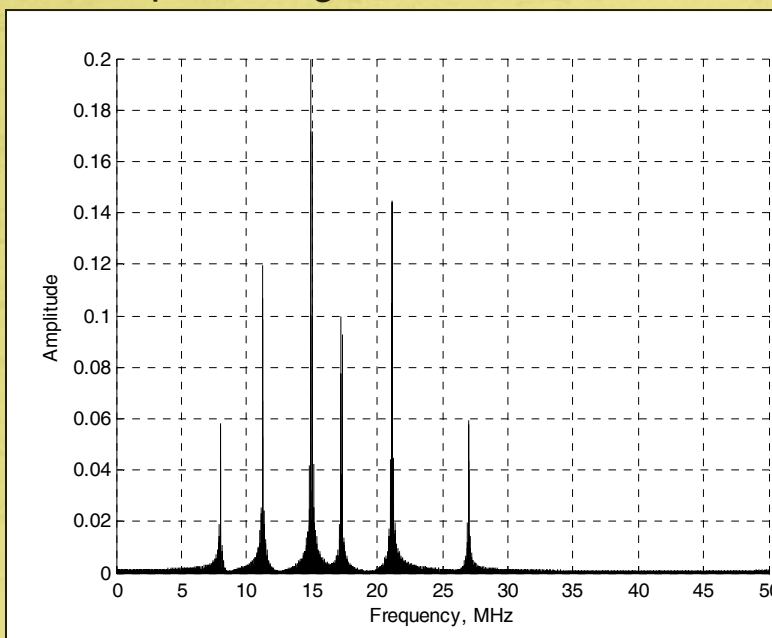


Zemas orbītas pavadoņa CHAMP lāzera lokācija ar 2 KHz atkārtošanas ātrumu imitācija tik veikta kā piemērs. Tika iegūtas 550,000 notikumu nolasīšanas nepārtraukti 275 sekunžu laikā. Pavadoņa attālums: no 367 km līdz 1122 km; instrumentālā mērījumu kļūda – 1,5 mm.

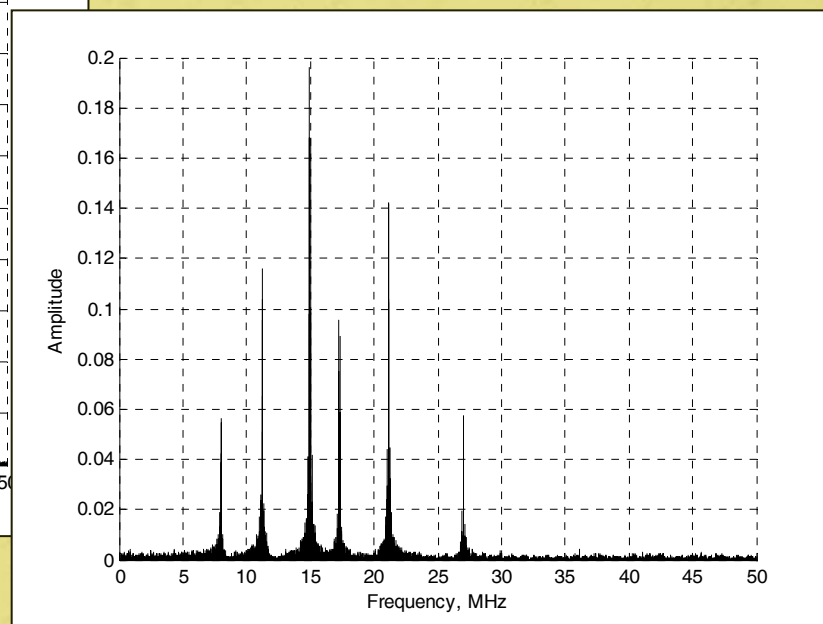
Uzdevums Nr.5

Daudzkanālu datu priekšapstrādes ātrdarbības palielināšana, izslēdzot no Furjē koeficientu novērtēšanas procedūras daudzkārtas skaitļu reizināšanas operācijas

Spektrs iegūts klasiskā veidā



Spektrs iegūts ar paātrinātu algoritmu



Izstrādātā diskretizācijas metode ļauj būtiski palielināt daudzkanālu datu dažāda veida priekšapstrādes ātrdarbību.

Projekta izpildes laikā publicētais viena grāmata (I. Bilinskis. Digital Alias-free Signal Processing. John Wiley & Sons, Ltd (UK), 2007, 430 p.) un viens raksts.

Starptautiska konferencē “2007 Workshop on Digital Alias-free Signal Processing” (17. aprīlī, 2007, Londona, Lielbritānija) tika referēti un nopublicēti pieci referāti, tajā skaitā saistītais ar projekta 5. uzdevuma izpildes viens referāts.

Starptautiska konferencē “Sixth International Conference on Computer-Aided Design of Discrete Devices CAD DD’2007” (14.-15. novembrā, 2007, Minska, Baltkrievija) tika referēts un nopublicēts viens referāts.

Starptautiska konferencē “ILRS Fall 2007 Workshop” (25.-27. septembrī, Grasse, Francija) tika prezentēti divi referāti.

LU 65. konferencē “DABAS ZINĀTNES. FIZIKA, ASTRONOMIJA” (Astronomijas un ģeodēzijas sekcija, 2007. gada 7.-8. februārī) tika prezentēti divi referāti.

iesniegts un pieņemts Latvijas patenta pieteikums Nr. P-07-126:

Papildus tika veikti darbi, saistīti ar jaunu speciālistu sagatavošanu informātikas jomā. Trīs projekta izpildītāji (K.Sudars, V.Stepins, D.Stepins) sekmīgi aizstāvēja savus maģistra darbus. K.Sudars turpina mācības doktorantūrā.

INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJU ZINĀTNISKĀ BĀZE

RTU tēma

Jaunas elektronisko sakaru tehnoloģijas

Jaunas elektronisko sakaru tehnoloģijas

Paveiktie darbi

- Trafika modeļu padziļināta analīze un novērtējums;
- Telekomunikāciju sistēmu un tīklu veikspējas novērtēšana;
- Tīkla resursu menedžments;
- M-studiju satura piegādes līdzekļu un konteksta analīze;
- Drošuma un drošības parametru vērtēšana;
- Induktīvo elementu pētīšana;
- Aizsardzības un drošības parametru vērtēšana;
- Izklaidētā spektra pielietošana.

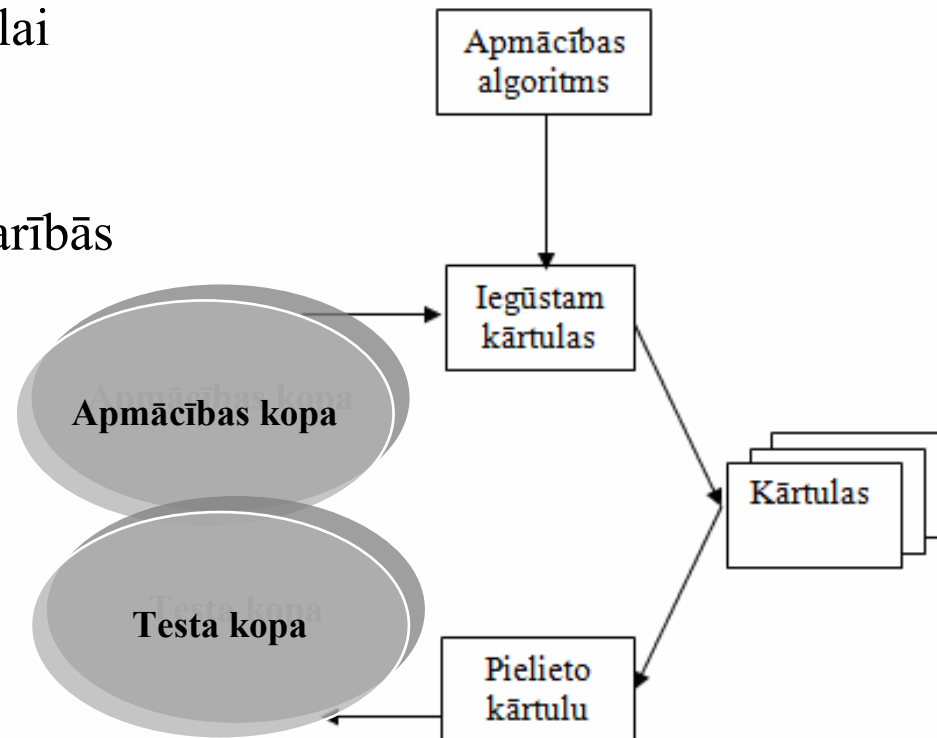
Trafika modeļu padziļināta analīze un novērtējums

Datizraces pamatā ir šablonu koncepcija.

- pēc iegūtās informācijas tipiem:
- pēc izvēlētās stratēģijas
- tiešā datu izmantošana vai datu saglabāšana
- formālo likumsakarību atrašana un izmantošana vai šablonu destilācija
- kritērijiem ļoti labi atbilst “Java 2” programmēšanas tehnoloģija

Datizraces process - parasti divos vai trijos posmos:

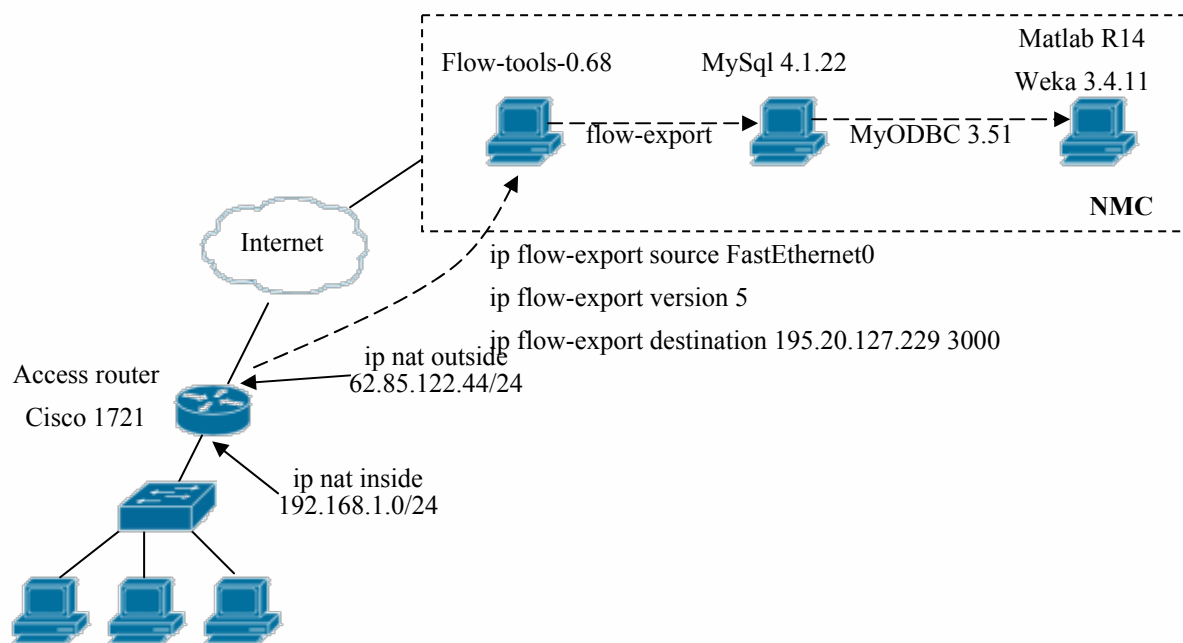
- Likumsakarību atrašana (brīva meklēšana)
- Atrasto likumsakarību izmantošana, lai prognozētu nezināmās vērtības (prognozējošā modelēšana)
- Izņēmumsituāciju analīze (likumsakarībās atrasto anomāliju noteikšana un izskaidrošana)



Datu atklāšanas metodes nevēlamo pieprasījumu identifikācijā

5401437 savienojumi ar apjomu 8.66Gb.

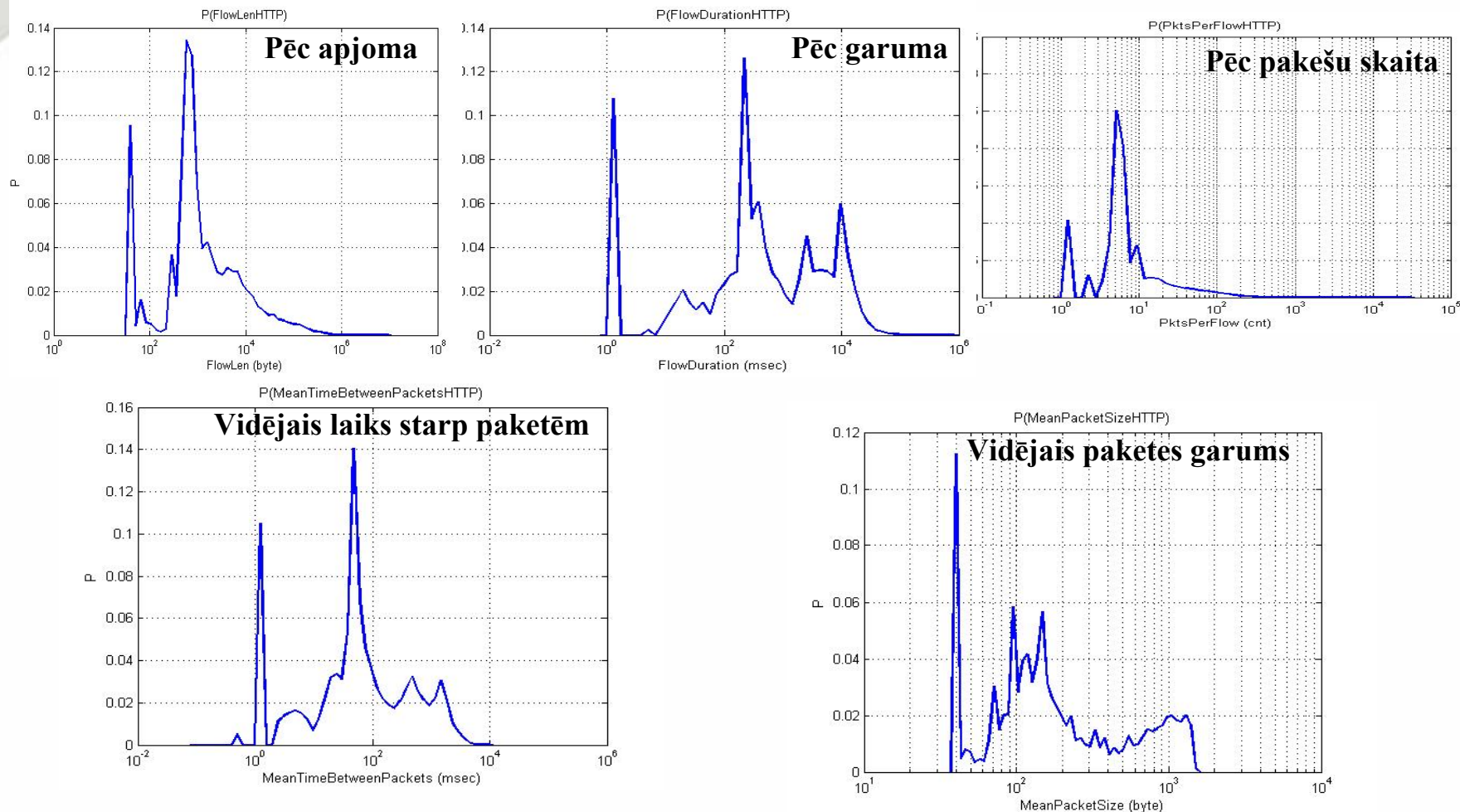
Aplikāciju iedalījums:



- Aplikācijas pēc trafika apjoma
- Aplikācijas pēc savienojumu skaita
- Aplikācijas pēc izsūtīto pakešu skaita

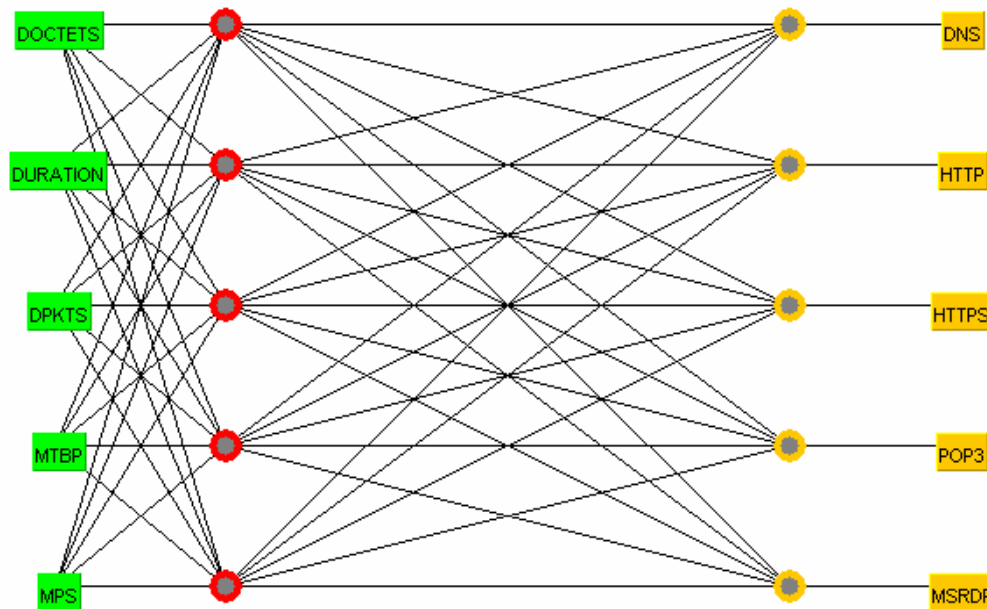
DSTPORT	Aplikācija
80	HTTP
53	DNS
110	POP3
443	HTTPS
3389	MSRDP

Novērtējums pēc atribūtiem



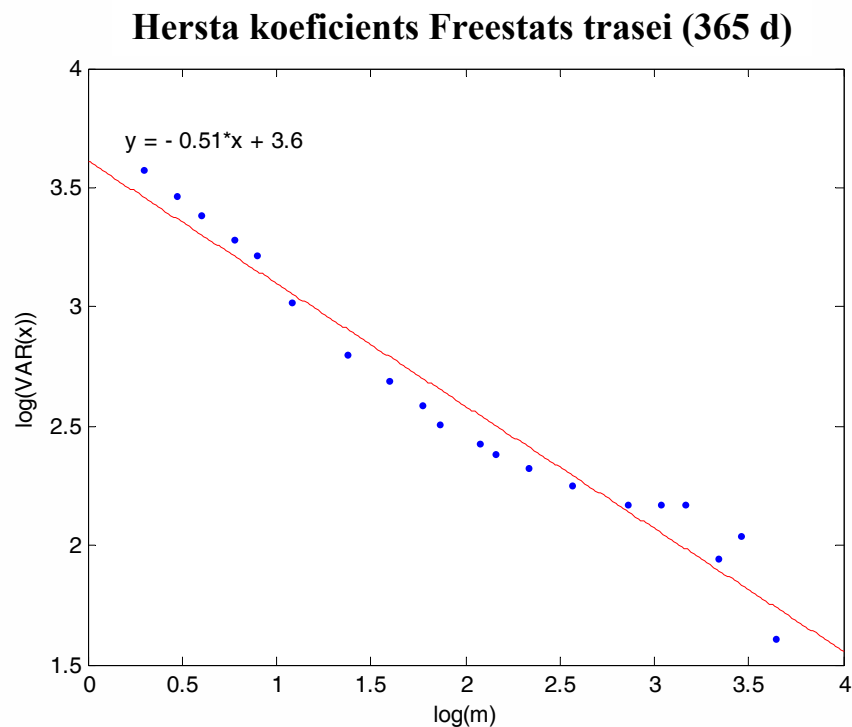
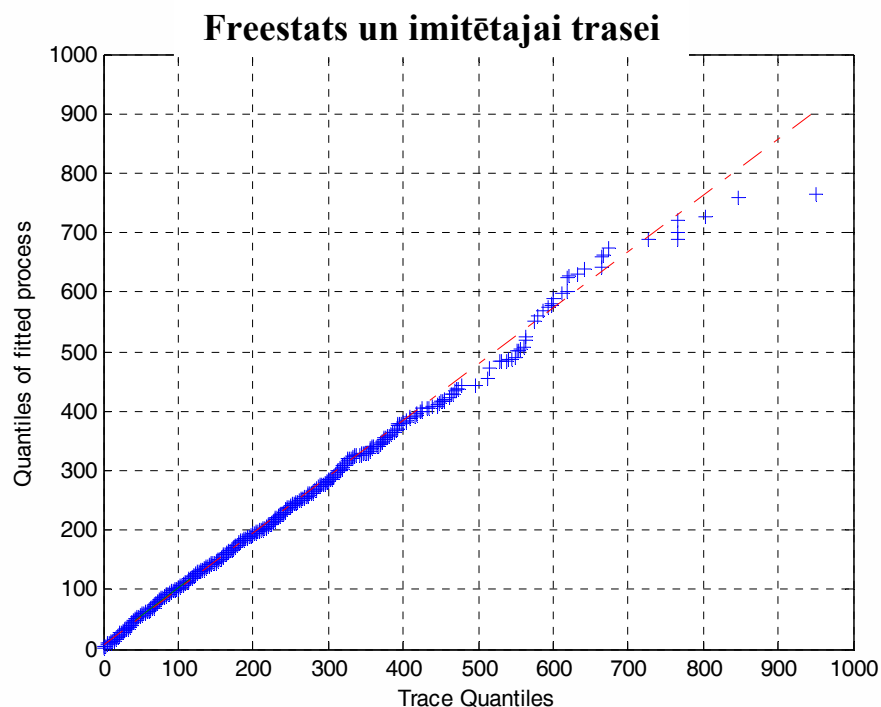
Rezultātu novērtējums

- Baiesa klasifikators 67%
- Perceptronu tīkla struktūra 79%
- J48 lēmuma koks 97%



PAŠLĪDZĪBAS EFEKTS TĪKLA APLIKĀCIJAS LĪMENĪ

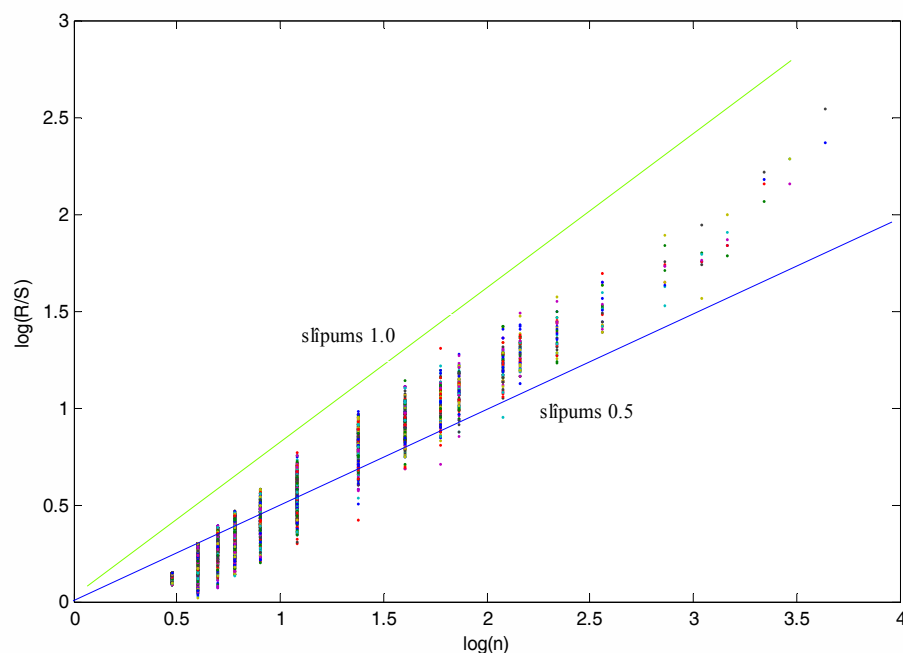
Dispersijas- laika metode



PAŠLĪDZĪBAS EFEKTS TĪKLA APLIKĀCIJAS LĪMENĪ

R/S statistiskā metode

Freestats un imitētajai trasei



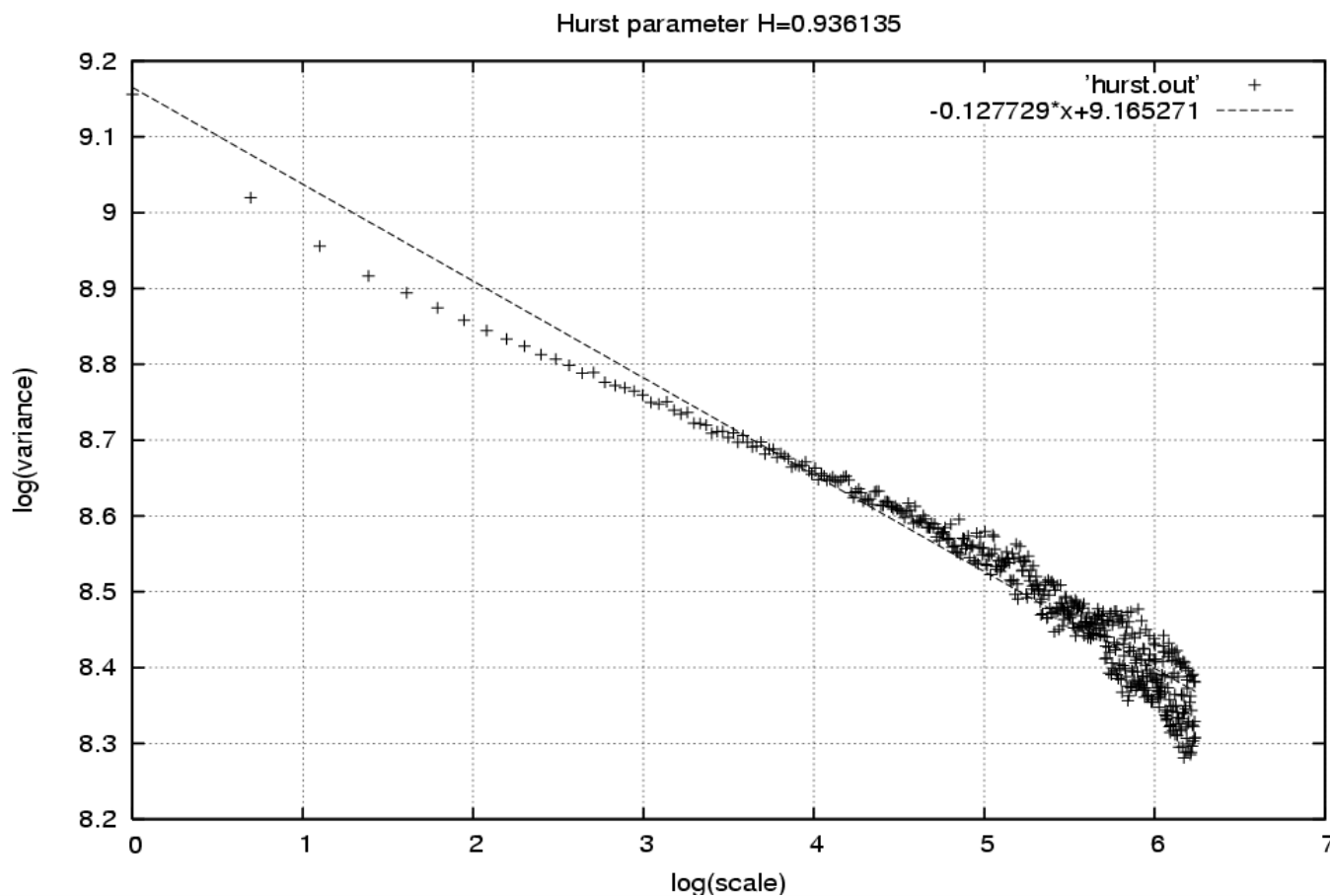
Hersta koeficients

Nr. p.k.	Noslodze	Hersta koeficients
1.	Freestats trase (7d)	0.63
2.	Freestats trase (49d)	0.66
3.	Freestats trase (53d)	0.65
4.	Freestats trase (82d)	0.66
5.	Freestats trase (365d)	0.66
6.	Fotoblog trase	0.55
7.	MMPP Freestats trase (365d)	0.63
8.	MMPP Fotoblog trase	0.70

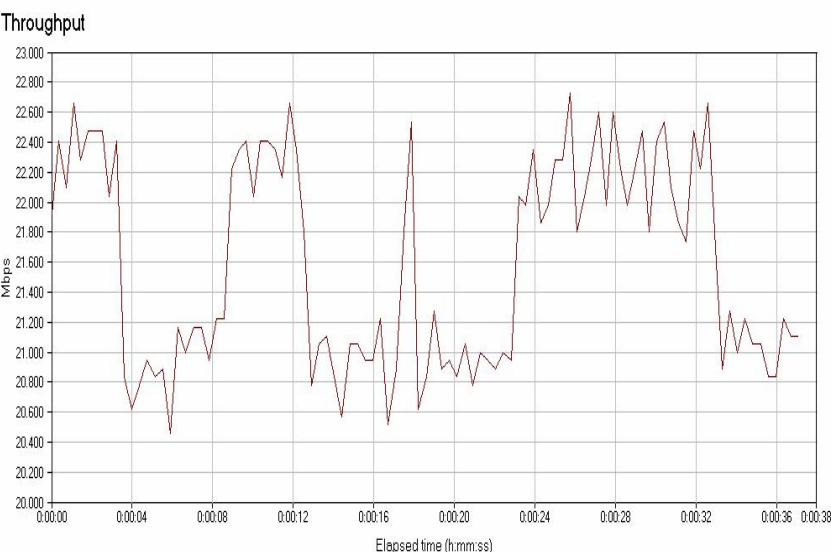
Pašlīdzības pakāpes noteikšana pēc dispersijas- laika metodes un R/S statistiskās metodes atšķiras no 3% līdz pat 37%.

Lielāka atšķirība parādās datu trasēm, kuras satur lielu nolašu skaitu.

Telekomunikāciju sistēmu un tīklu veikspējas novērtēšana

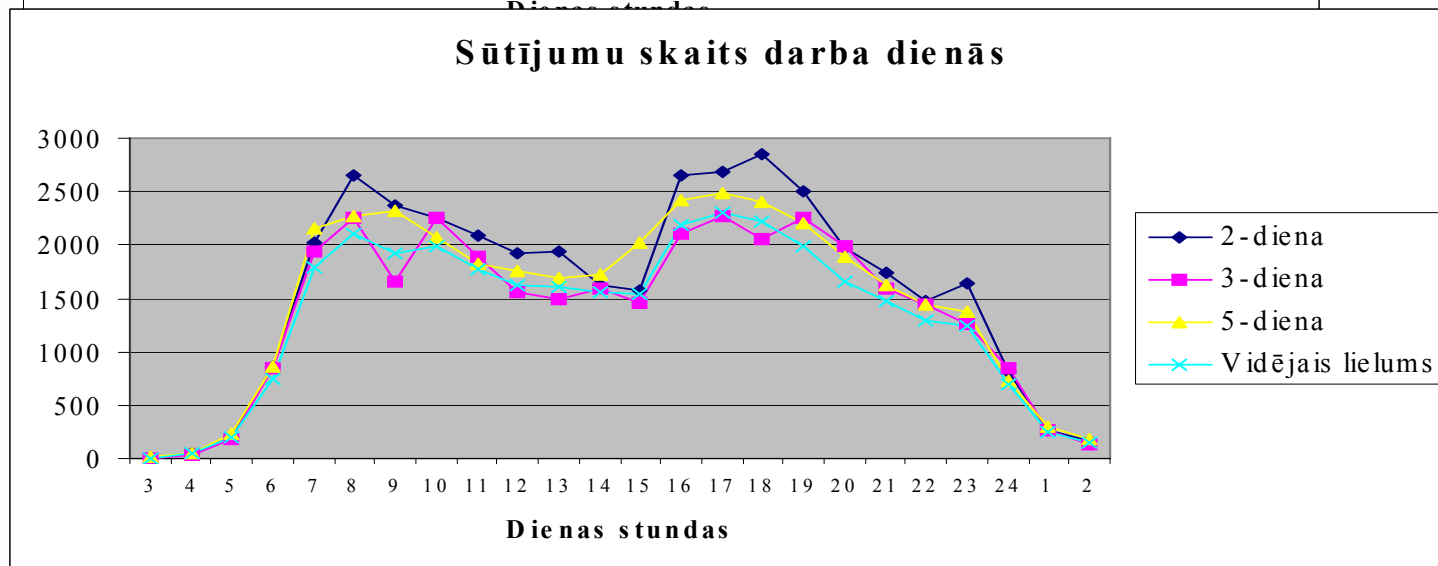
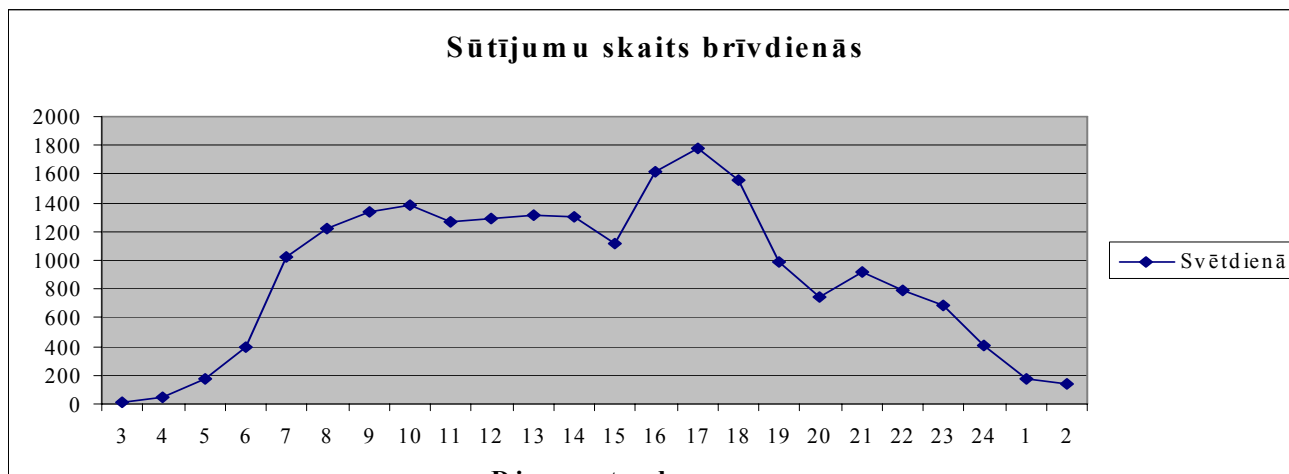


Veiktspējas atkarība no darbstaciju skaitu izmantojot Mikrotik piekļūšanas punktu. Mērījumi ar Chariot programmu

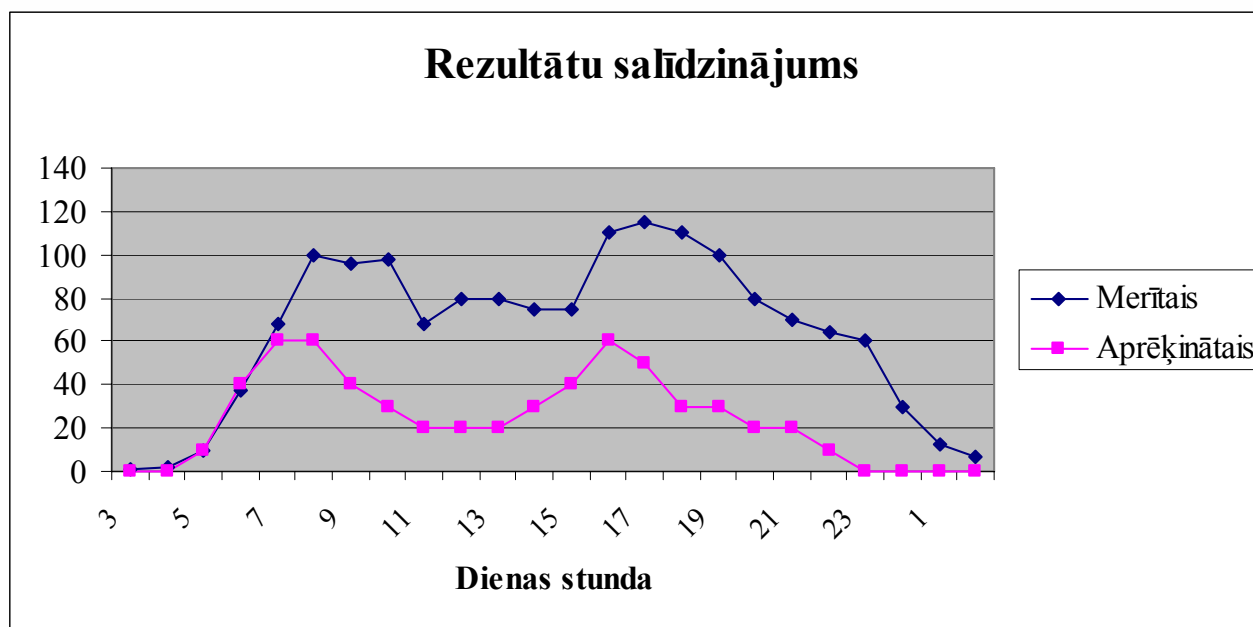


Darbstaciju skaits	Veiktspēja (Mbps)
1	21.554
2	8,9
3	6,8
4	5,3
5	4,27
6	3,5
7	3,0
8	2,7

Trafika pētījumi sabiedriskā transporta monitoringa sistēmā



Trafika pētījumi sabiedriskā transporta monitoringa sistēmā

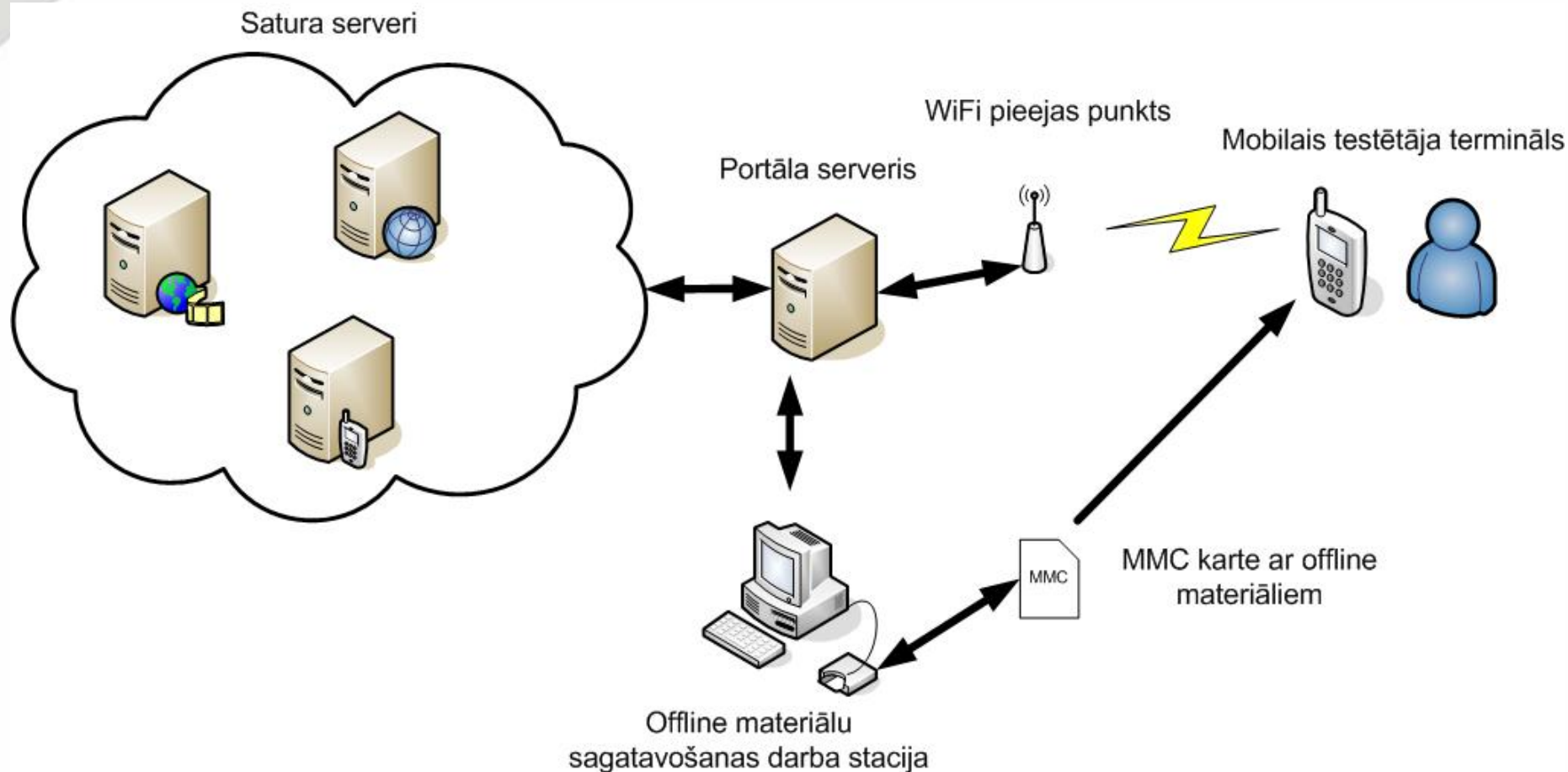


Garmin aparātūra eTrex

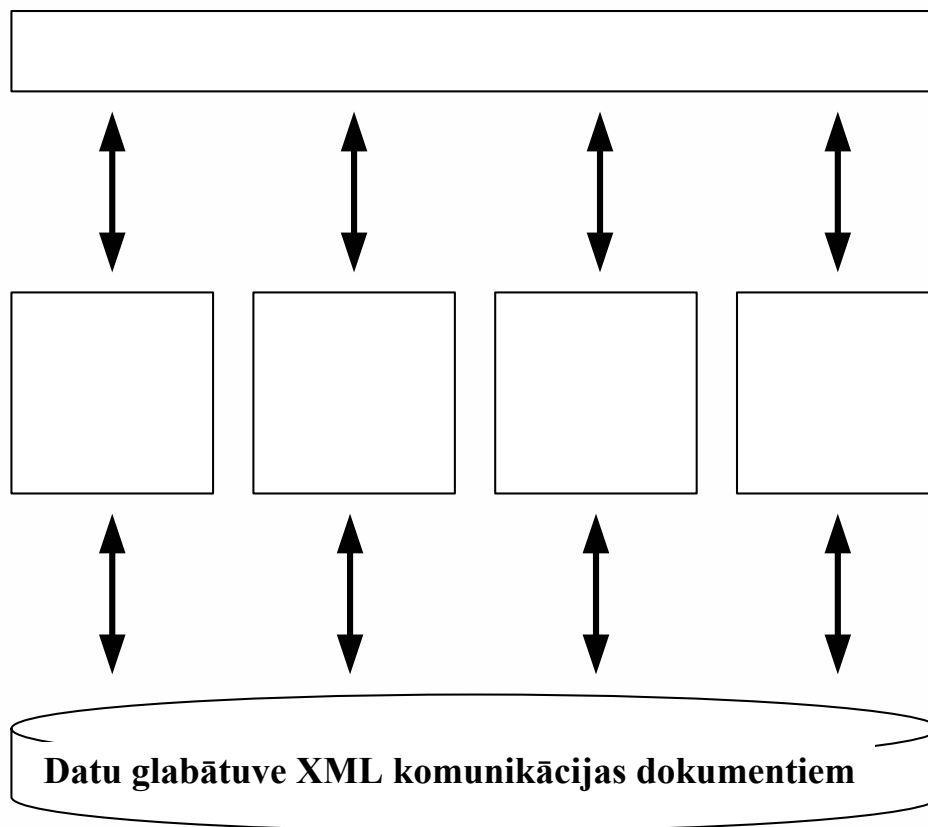
Mērījumu kļūda $2\sigma\Delta V = 29,46$ m

vidējā aparātūras kļūda 36,02 m

m-studiju satura piegādes līdzekļu analīze un novērtējums



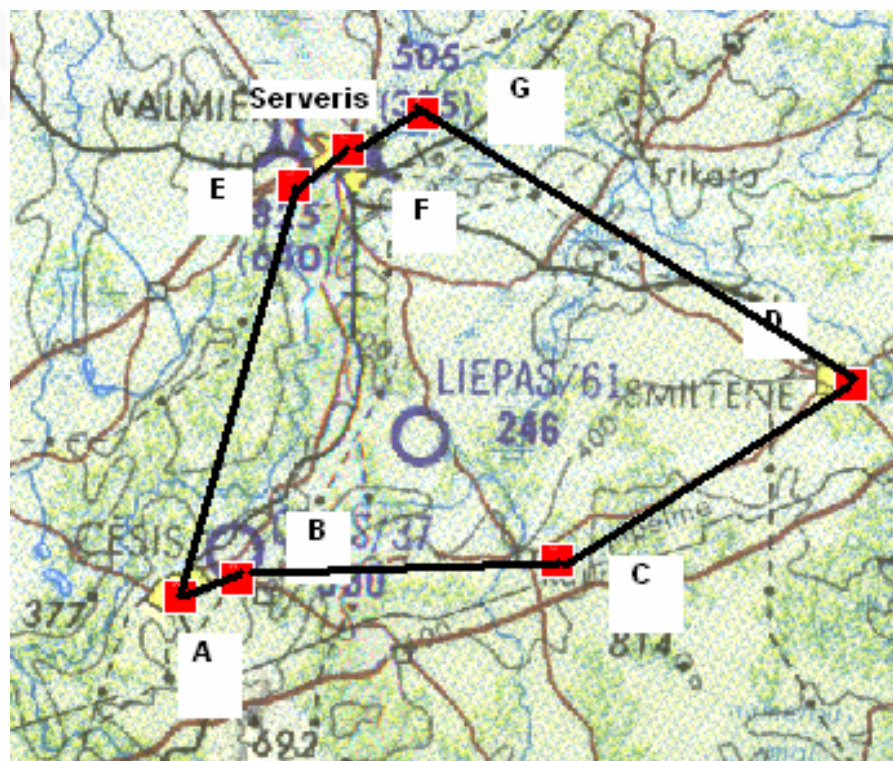
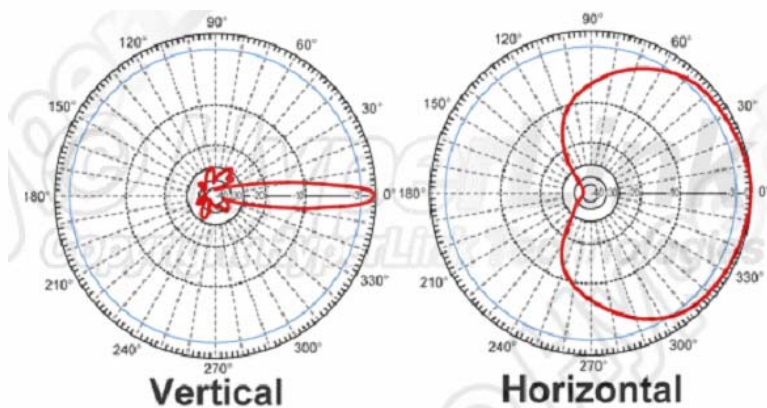
Pakalpojumi interaktīvajā digitālajā televīzijā



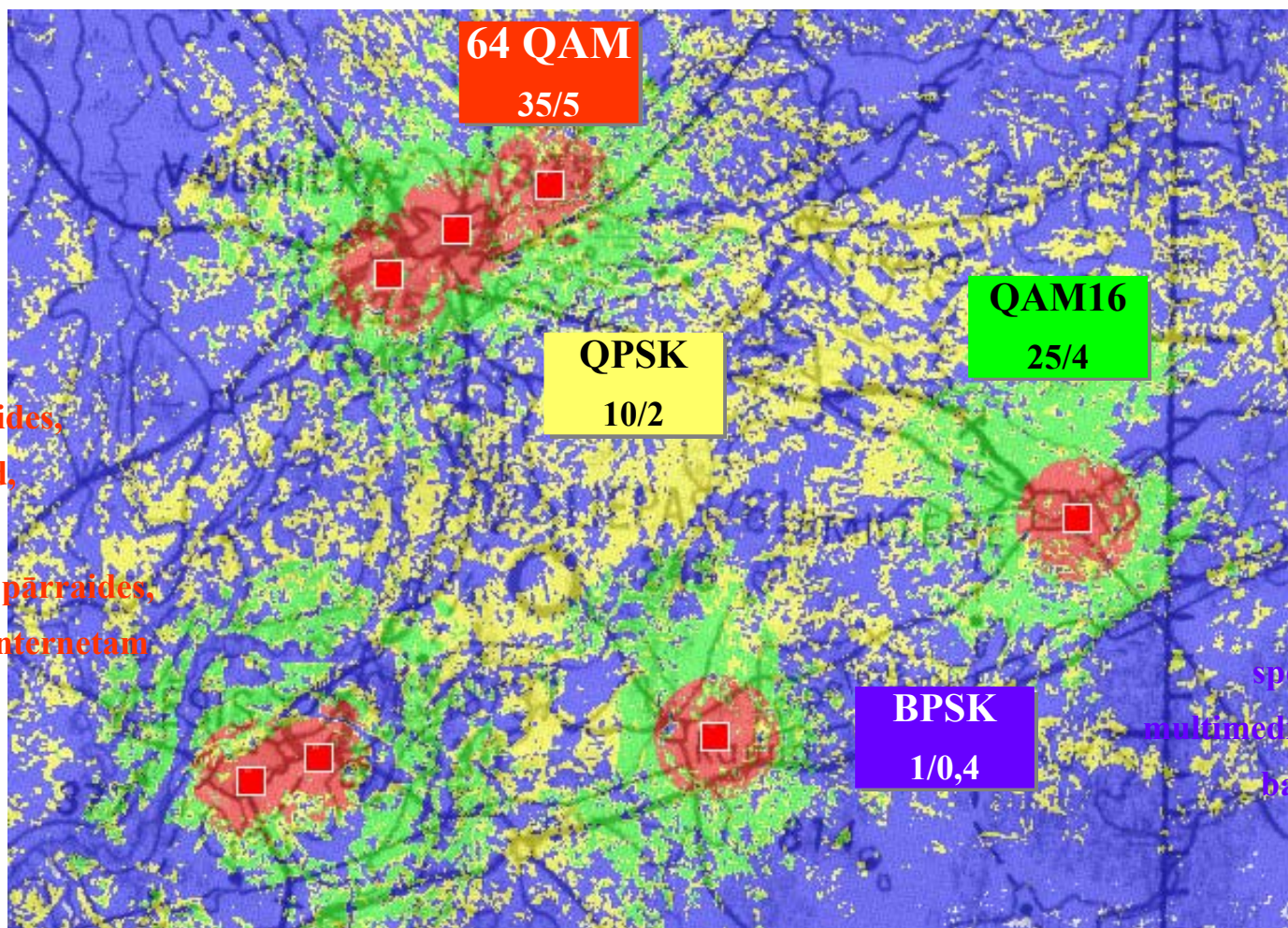
Prasības WiMAX tīklu parametriem

Servisu grupas	Spēļu interaktīvs interfeiss	Balss pārraide	Audio/video plūsmas	Datu pārraide	Video pārraides
Datu plūsmas ātrums	50Kbit/s – 80Kbit/s	4Kbit/s – 64Kbit/s	5Kbit/s – 384Kbit/s	10Kbit/s – 100Mbit/s	>1Mbit/s
Servisa piemērs	Interaktīvas tīkla spēles	VoIP	Mūzika, runa, video klipi	Internets, e-mail, FTP, failu lejupielāde	IPTV, video konferences
Trafika tips	Reāllaika	Reāllaika	Nepārtraukta vai impulsplūsma	Ne reāllaika impulsplūsma	Nepārtraukta plūsma
Pakešu zudums	Nulle	<1%	<1% audio <2% video	Nulle	<0.0000001%
Aiztures variācija	Nav pieļaujama	<20ms	<2s	Nav pieļaujama	Nav pieļaujama
Aiztures lielums	<50ms – 150ms	<100ms	<250ms	Elastīgs	<100ms

WiMAX tīkls Vidzemē



Vidzeme



video klipu pārraides,
Music on Demand,
plūsmas video
video konferenču pārraides,
platjoslas pieeja internetam

mobilā VoIP,
spēļu interfeisa,
multimediju čatošanas,
balss čatošanas

Nelineāro optisko efektu ietekme uz šķiedru optikas pārraides sistēmu drošumu.

Darba uzdevumi:

- Izanalizēt nelineāros optiskos efektus un to nozīmi šķiedru optikas pārraides sistēmās (ŠOPS).
- Sniegt ŠOPS drošuma parametru novērtējumu.
- Novērtēt nelineāro optisko efektu ietekmi uz šķiedru optikas pārraides sistēmu drošuma parametriem.
- Apskatīt ŠOPS drošuma paaugstināšanas iespējas neapkalpojamos komutācijas punktos un datu centros

Nelineārie optiskie efekti un to nozīme sakaru tehnikā. NOE duālā daba.

ŠOPS attīstība ir izsaukusi OŠ ievadāmās gaismas intensitātes pieaugumu, un līdz ar to nelineāro optisko efektu (NOE) ietekmi uz ŠOPS darbību:

- NOE izraisa parazītisko harmoniku ģenerāciju frekvencēs, kuras ir vienādas ar sistēmas pamatfrekvenču summu vai starpību.
- fāzes krosmodulāciju (XPM) un četru viļņu mijiedarbi (FWM) pielieto viļņu pārveidotājos derīgā signāla pārvešanai no viena nesošā viļņa garuma uz otro, bet Ramana izkliedi un Mandelštama – Briljuēna izkliedi pielieto viļņu lāzeros un pastiprinātājos .

NOE ietekme uz ŠOPS drošuma parametriem

- α zudumus var pierakstīt sekojošā formā:

$$\alpha = \alpha_0 + \delta\alpha + \alpha' = \alpha_0 + \beta I + \alpha',$$

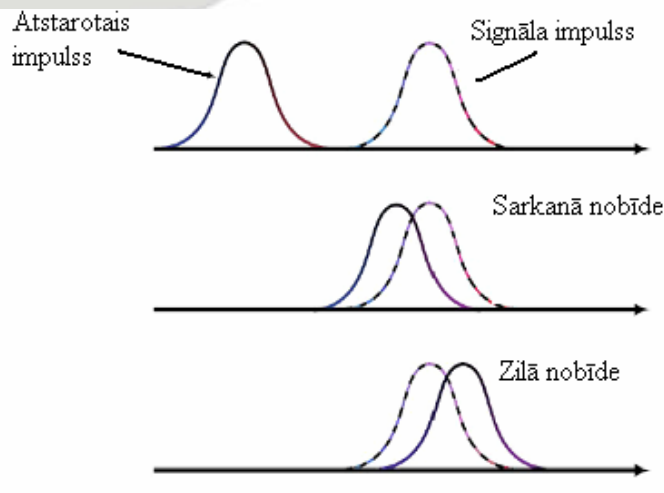
kur α_0 – nelineārie zudumi, I – gaismas plūsmas intensitāte, β - koeficients, atbildīgs par NOE, α' - parciālais vājinājuma koeficients, kas vienāds $a' = \sum_1 a'_i$

- NOE ietekme uz optisko šķiedru caurlaides spēju:

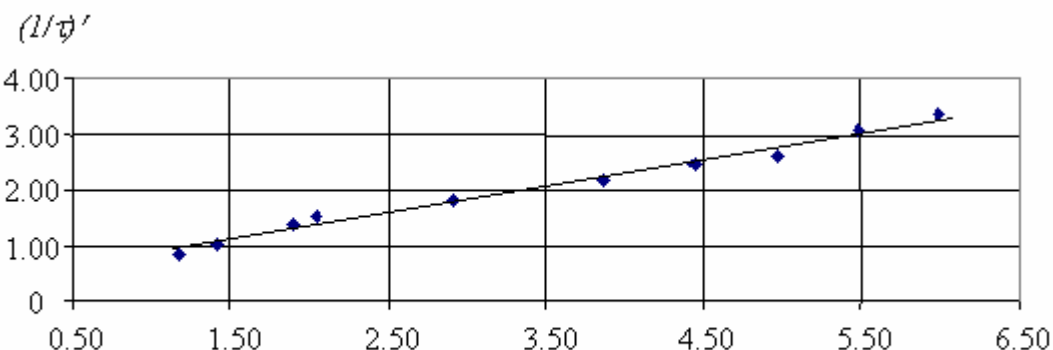
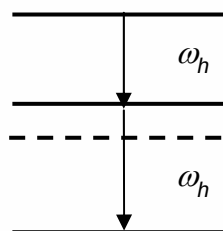
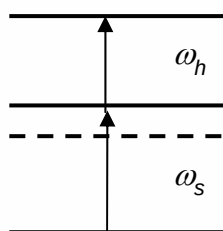
$$\tau_{act} = \frac{P_t}{\eta P_i}$$

kur $\eta = \frac{P_c}{P_i}$ P_c šķiedrā ievadāmās gaismas jauda P_i – gaismas jauda šķiedras izejā.

NOE ietekme uz ŠOPS drošuma parametriem.



XPM efekta iedarbība uz signāla impulsu.



Zudumu atkarība no krītošās gaismas intensitātes daudzmodu šķiedrai ar serdes diametru 62,5 μm un apvalka diametru 125 μm piet 532 nm, 2 Hz 25 ps. Nelineāros zudumus var aprakstīt ar empīrisku formulu $(1/\tau)' \approx 0.281 + 0.514 \cdot I_i$

Divfotonu absorbcija (a) un emisija (b) starp enerģētiskajiem līmeņiem, kas atbilst stāvokļiem $|f\rangle$, $|i\rangle$ un virtuālam enerģijas līmenim $|s\rangle$.

Legūtie rezultāti.

1. No vienas puses izmantojot NOE ir iespējas radīt tādas optiskās ierīces kā optiskos pastiprinātājus, multiplexorus, demultiplexorus, šķiedru lāzerus, komutatorus, īso impulsu ģeneratorus, kuras plaši izmanto ŠOPS, bet no otras puses tie ierobežo ŠOPS pārraides attālumu un ātrumu.
2. Gaismas izplatīšanos OŠ drošumu būtiski samazina tādi NOE, kā SRS un SMBS, kas rada traucējumus blakus kanālos, savukārt Kerra efekta ietekmē notiek frekvenču modulācija, jeb impulsa spektrālo komponentu pārvietošanās, jo parādās blakus signāli, kuri var atbilst darba kanāliem.
3. Nelineārie optiski zudumi būtiski ietekmē ŠOPS drošumu – pat pie nelielas jaudas koncentrācijas optiskajā šķiedrā pastāv lielāka termiskā ietekme, kas izsauc laušanas koeficienta izmaiņas un līdz ar to - arī šķiedras skaitliskās apertūras izmaiņas, kas izsauc gaismas izplatīšanās nosacījumu izmaiņas OŠ.

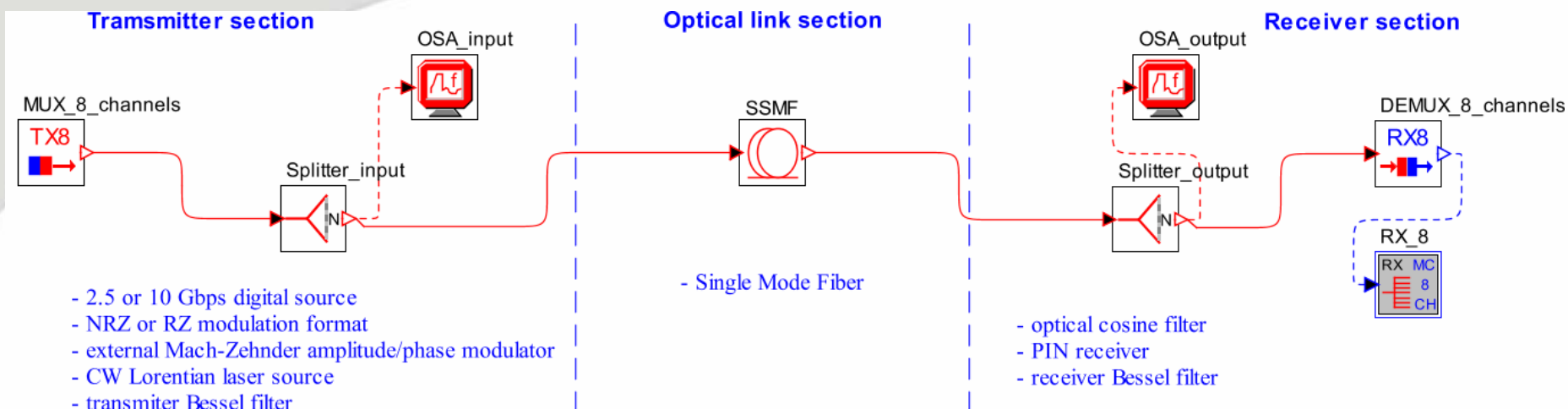
WDM sistēmas drošuma izpēte

Mērķis:

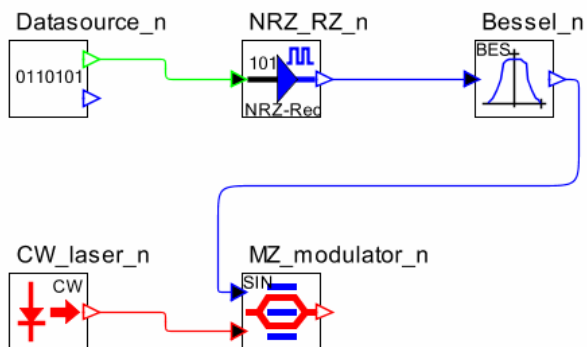
Izpētīt optiski blīvējamo WDM sakaru sistēmas drošumu un atrast parametrus optimālas darbības noteikumu definēšanai.

Darba uzdevumi:

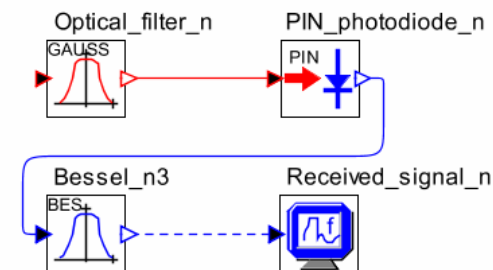
1. Novērtēt eksistējošās WDM sakaru sistēmas drošumu.
2. Izpētīt ar simulācijas programmu palīdzību drošumu WDM sakaru sistēmas un attīstības perspektīvas.
3. Izveidot rekomendācijas WDM sistēmas drošuma uzlabošanai.



Simple IMDD NRZ or RZ transmitter realization



Receiver realization



Secinājumi:

1. Eksistējošas WDM sakaru sistēmas ir diezgan drošas sistēmas. Ir iespēja palielināt pārraides informācijas ātrumu astoņās reizēs, četrās reizēs palielināt bitu ātrumu katrā kanālā un divās reizēs kanālu skaitu samazinot frekvenču intervālu. Uzlabošanās rezultātā sistēmas drošums paliek stabils.
2. Samazinot kanālu intervālu starp blakus viļņu garumiem četrās reizēs līdz 25 GHz, vai palielinot katrā kanālā pārraides ātrumu līdz 40 Gbit/s sistēmas drošums pasliktinās. Telekomunikāciju tīklu operatori tuvākajā laikā nevarēs izmantot eksistējošas WDM sakaru sistēmas tādos režīmos. Te parādās ātruma un optiskas blīvēšanas ierobežošanas cēloni, optiska signāla dispersija un optiskas nelinearitātes.
3. Lai uzlabot WDM sakaru sistēmas drošumu ir nepieciešams izmantot jaunas paaudzes dispersijas kompensatorus uz Brega režģiem, tāda kompensācijas tehnika atļaus formēt 20 Gbit/s plūsmas katrā kanālā eksistējošās WDM sistēmās.

Bezvadu optisko sakaru sistēmas datu drošības novērtējums

Mērķis:

Novērtēt FOS sakaru sistēmas drošumu un datu aizsardzību.

Darba uzdevumi:

1. Novērtēt eksistējošās FOS sakaru sistēmas drošumu un drošību.
2. Novērtēt FOS sistēmas signālu kodēšanu.

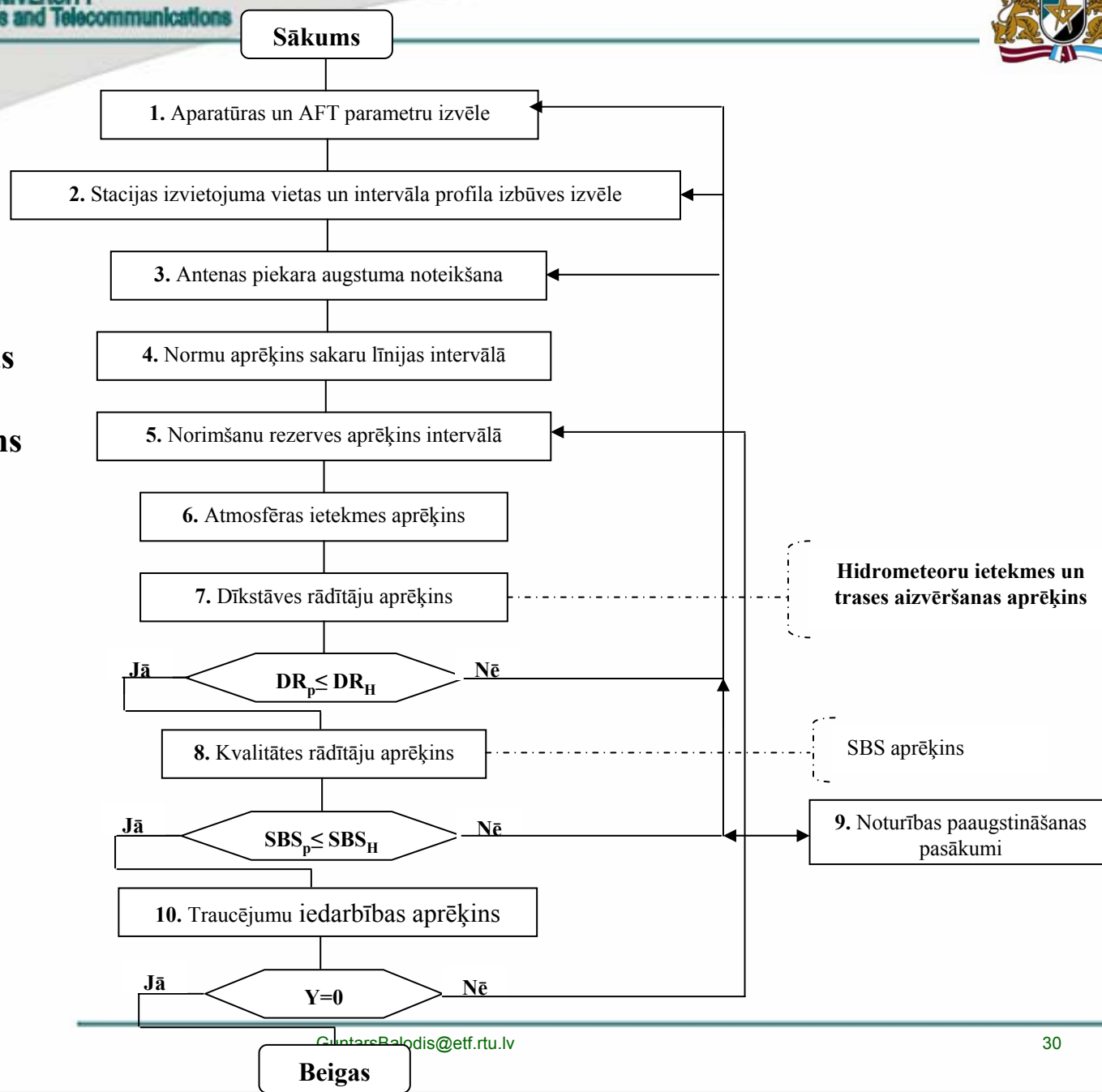
Secinājumi

1. Atšķirībā no radio frekvencēm bezvadu optiskā līnija ir šauri orientēta. Pateicoties šaurajam optiskajam staram, pārtveršana ir ievērojami apgrūtināta. Pārsvarā papildus šifrēšana netiek izmantota. Teorētiski, ar tā paša ražotāja raidītāju/uztvērēju varētu „pārtvert” līnijas signālu. Taču, lai to varētu izdarīt, uztvērējs būtu jānovieto esošās bezvadu optiskās līnijas uztveršanas laukā. Lai pārtvertu gaismas staru, ir jāšķērso stara ceļš. Tas varētu izcelt trauksmi par ielaušanos.
2. Slepenās sakaru līnijas ieteicams izveidot, izmantojot 1550 nm viļņa garumu, ko nevar pamanīt, izmantojot parastu nakts redzamības aparātūru.
3. Uzstādot uztvērēju pie sienas, kura ir divreiz lielāka par stara rādiusu, tādējādi nodrošinoties, ka signāls tiks absorbēts un netiks pārtverts. Ja uztvērējs ir uzstādīts uz jumta vai citas atklātas virsmas, ir jāizveido vairogs aiz uztvērēja, mūrējot sienu, vai uzstādot citu konstrukciju, kuru nevarētu nemanāmi demontēt.

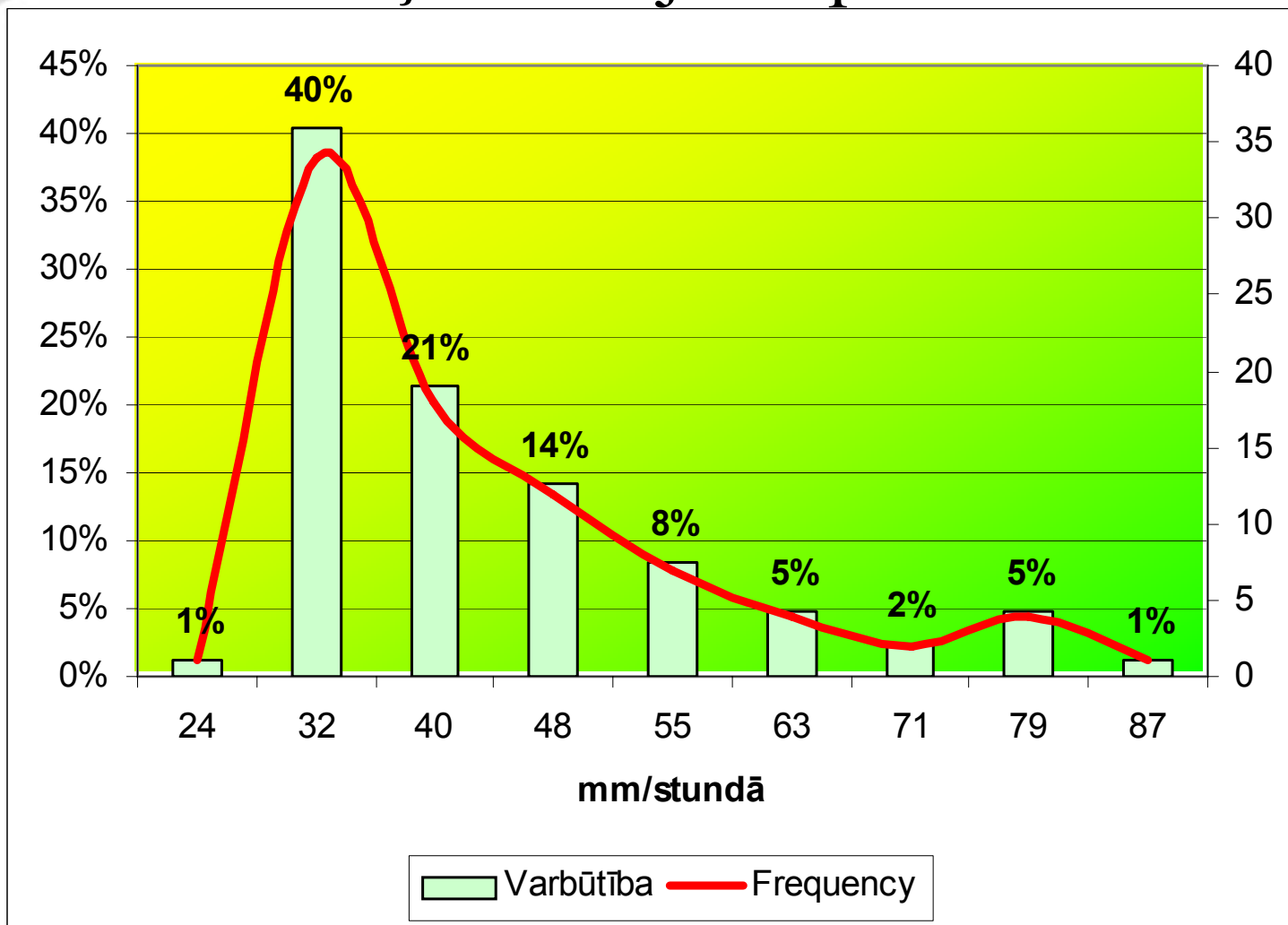
Mikroviļņu līnijas darbības drošuma paaugstināšana Latvijas teritorijā

Darbā ir parādīta aprēķinu metodika, lai atrastu izplatīšanās vājinājumu un noteiktu mikroviļņu trases dīkstāves laiku. Otrs šī darba uzdevums ir novērtēt, cik atšķiras ITU-R piedāvātā nokrišņu karte no praktiski iegūtās pēc Latvijas Hidrometeorologiskās aģentūras datu apstrādes. Lai pilnveidotu frekvenču menedžmenta sistēmu Latvijā un risinātu radiofrekvenču nepietiekamības jautājumus, pētījumu darbā tiek veikti aprēķini, kas ļauj nodrošināt stabilus mikroviļņu sakarus, izmantojot perspektīvo 55 GHz diapazonu.

Mikroviļņu līnijas kvalitātes aprēķinu algoritms



Nokrišņu sadalījums pēc intensitātes

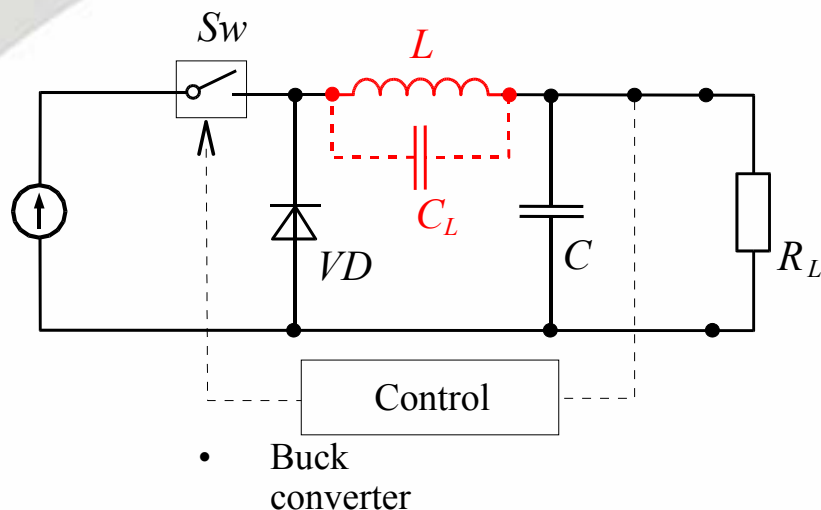


Rekomendējamās darbības distances

Frekvence un polarizācija	Maksimalais mikroviļņi līnijas garums Latvijas teritorijā pēc ITU-R datiem	Maksimalais mikroviļņi līnijas garums Latvijas teritorijā pēc RTU datiem
23 GHz/H	24 km	14 km
23 GHz/V	36 km	19 km
38 GHz/H	11 km	7 km
38 GHz/V	14 km	9 km
55 GHz/H	2,4 km	1,4 km
55 GHz/V	2,6 km	1,8 km

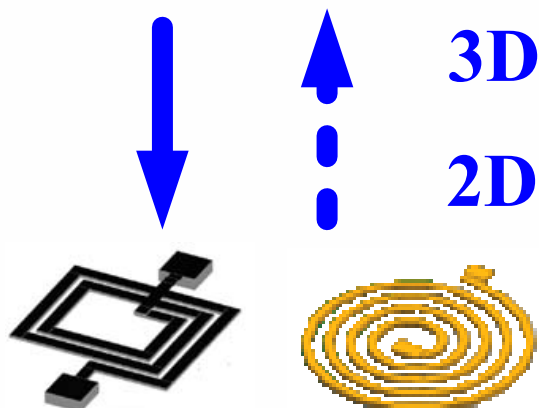
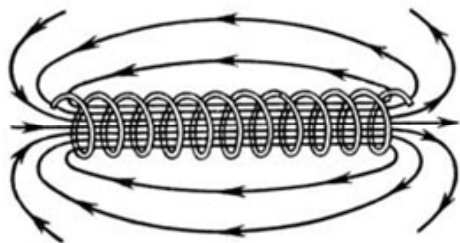
Induktīvo elementu pētīšana

Tiek pētīti arī induktīvie elementi { signāliem
elektrobarošanas iekārtām



Konstatēts, ka var izveidot tādas eksperimentālo parametru sakopojumus (piem.,), kuri ir invarianti attiecībā pret gabarītmēru *Dout* (publikācija: *D.Stepins. On the Figure of Merit for Planar Spiral Inductors // Sc. Proc. of RTU, Ser.7: Telecomm.&Electronics, 2007, vol.7, 3p.*). Šādu invariantu atrašana ļauj veikt mērogošanu (*scaling*) un iesaistīt analizē induktoru datus no ļoti plaša klāsta, sākot no to realizācijām uz spiestām platēm (izmēri ap *cm*) līdz integrētajiem (ar *Dout* daži simti μm).

Induktori: tendences un realitāte



Power supply

Linear, 3D () →

→ SMPS, 3D → 2D (

RF, SHF →

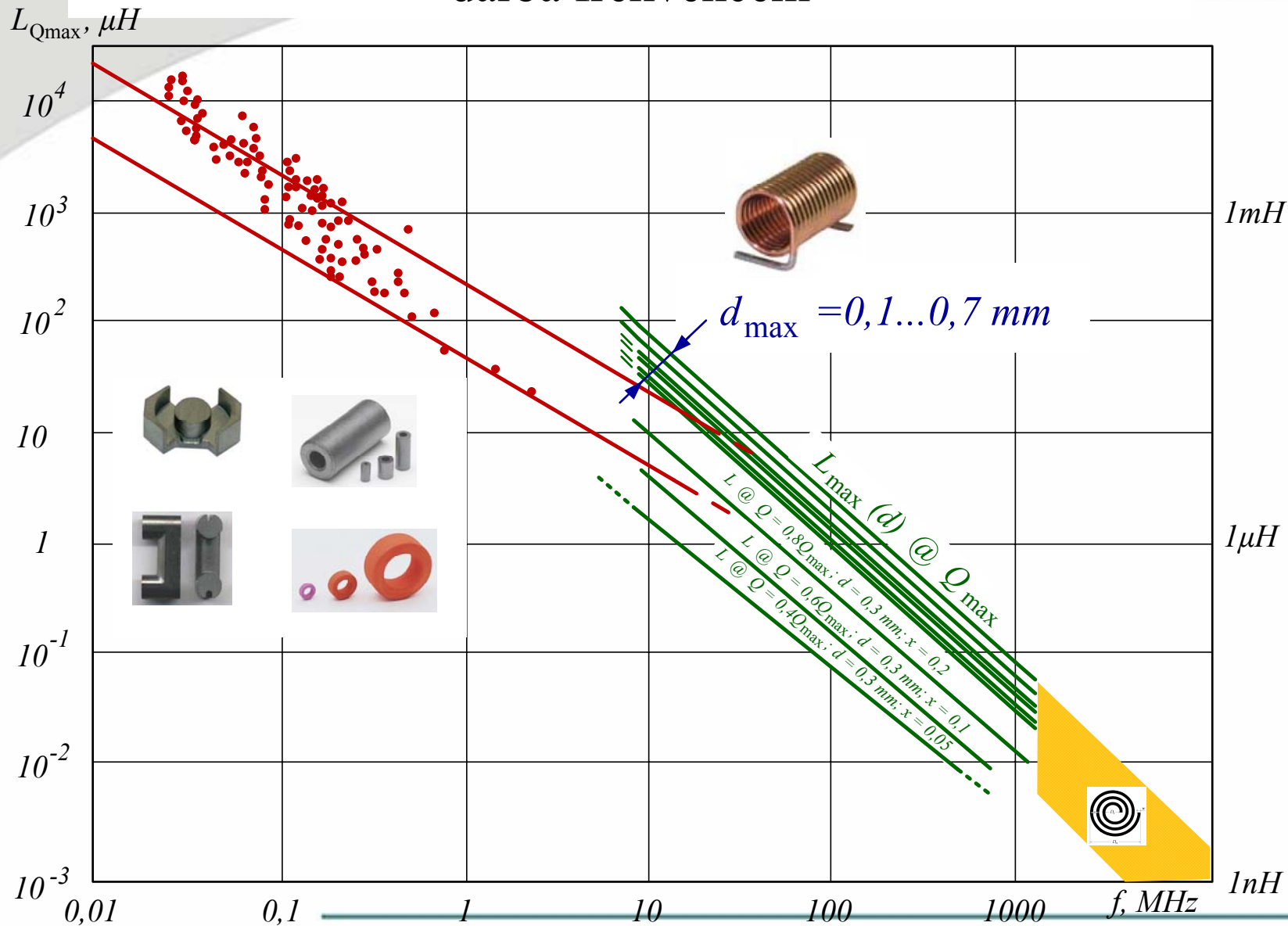
Sensors ()

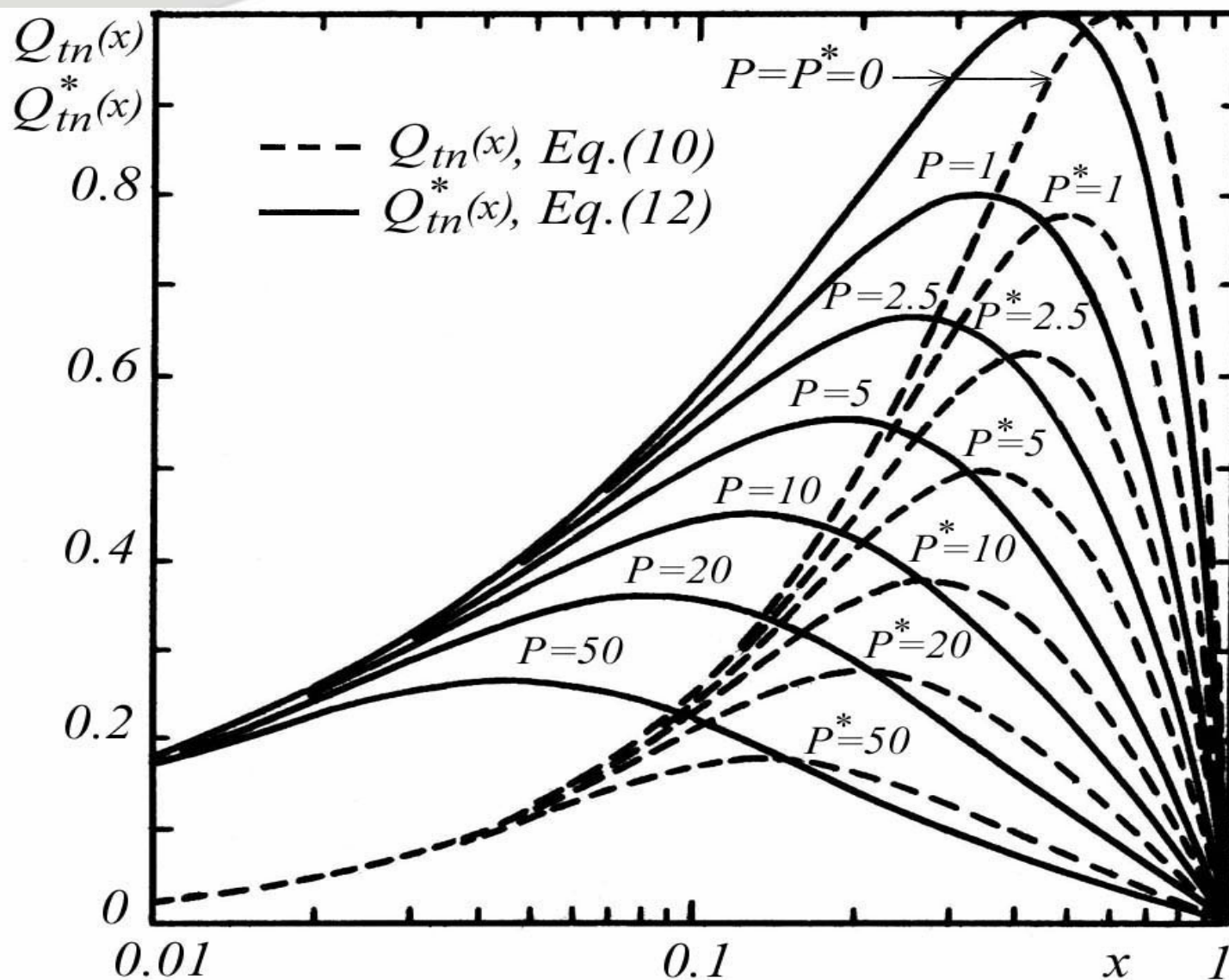
Metamaterials ()

.....



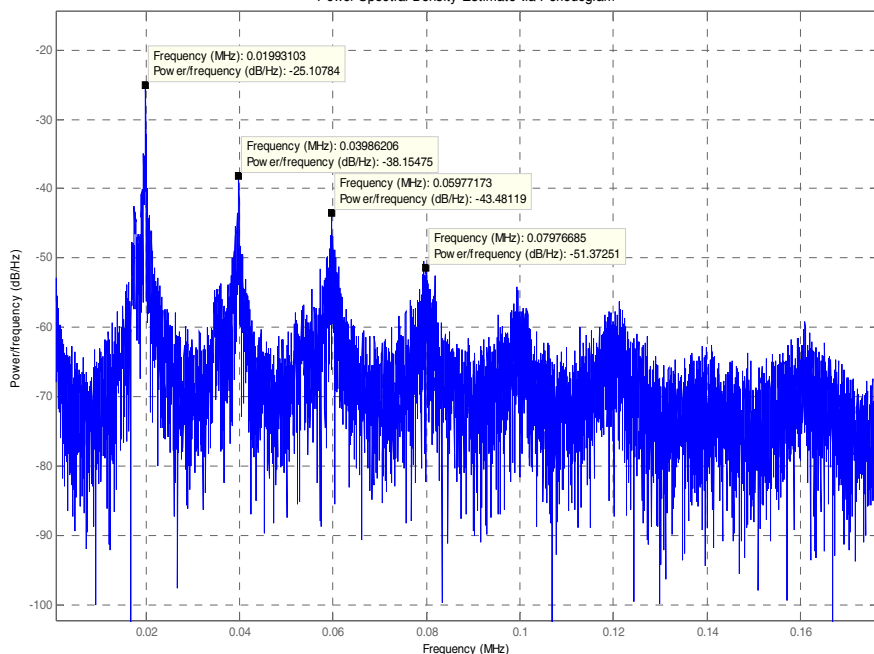
Maksimālā labuma induktivitātes vērtības saistībā ar darba frekvencēm





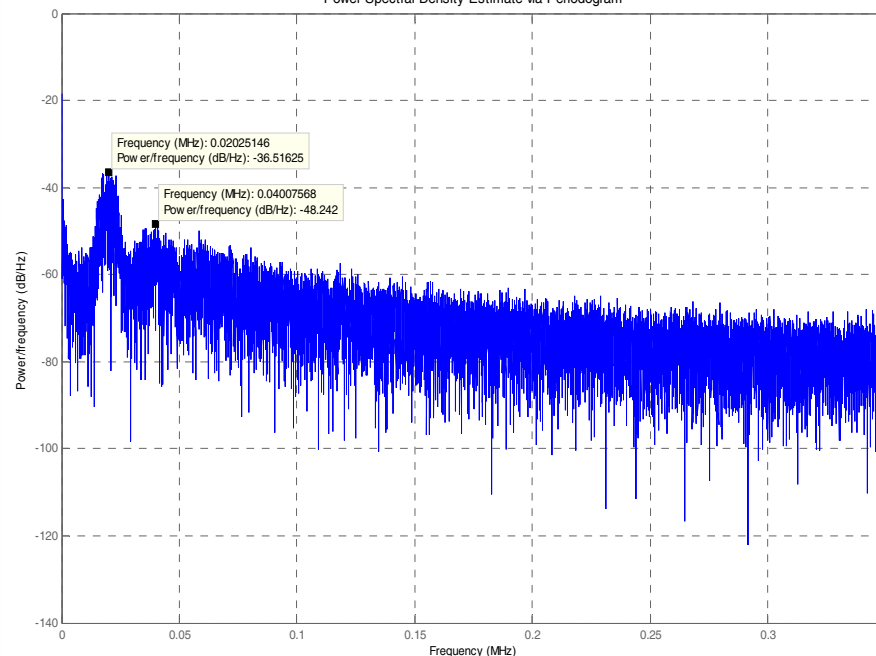
Modulēšana ar gadījumsignāliem

Power Spectral Density Estimate via Periodogram



1.att.

Power Spectral Density Estimate via Periodogram



2.att.

Paldies, tas pagaidām viss !