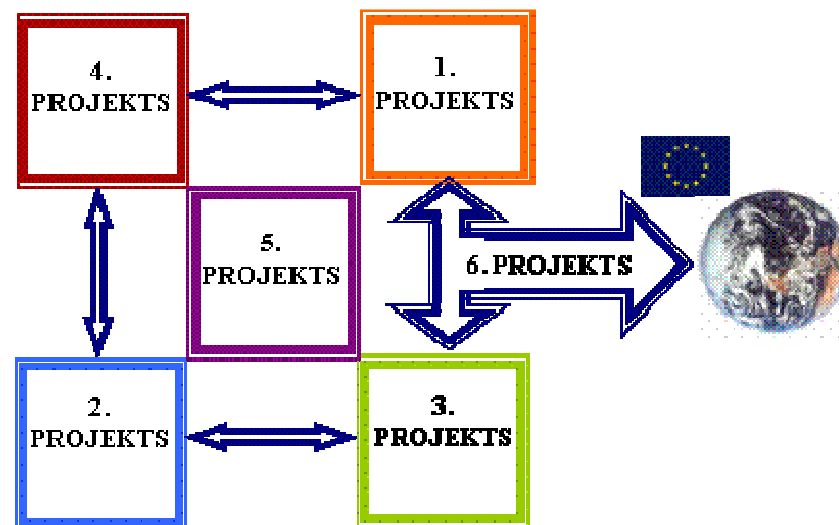


# Projekts Nr. 5 UZ ONTOLOĢIJĀM UN MODEĻU TRANSFORMĀCIJĀM BALSTĪTĀS JAUNĀS INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJAS UN TO LIETOJUMI

Izpildītāji:

- LU Matemātikas un informātikas institūts (LU MII)
- RTU Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte (RTU DITF)



# Mērķis un uzdevumi

## Mērķis:

Izpētīt uz ontoloģijām, metamodeļiem un modeļu transformācijām balstītās jaunās informācijas tehnoloģijas, aprobēt to lietojumus uz reāliem uzdevumiem.

## Uzdevumi:

- Tālāk attīstīt uz ontoloģijām un modeļu transformācijām balstītu sistēmu būves metodi, izstrādāt domēn-specifisku rīku būves tehnoloģiju ("GRADE-2") un domēn-specifisku sistēmu būves tehnoloģiju ("GRADE-3"), un veikt to aprobāciju uz reāliem uzdevumiem
- Izstrādāt ontoloģiju grafiskās attēlošanas metodes un rīkus, aprobēt tos uz reāliem uzdevumiem
- Izmantojot minētās tehnoloģijas, izstrādāt uz ontoloģijām balstītas efektīvas sistēmu modelēšanas un apmācības sistēmas, aprobēt tās uz reāliem uzdevumiem

# Galvenie rezultāti

2010 - 2013

*Publikācijas (SCI, Scopus): 39*

*Publikācijas (pārējās): 82*

*Maģistra darbi: 59*

*Doktora disertācijas: 12*

# Uzdevums

- Tālāk attīstīt uz ontoloģijām un modeļu transformācijām balstītu sistēmu būves metodi, izstrādāt domēn-specifisku rīku būves tehnoloģiju ("GRADE-2") un domēn-specifisku sistēmu būves tehnoloģiju ("GRADE-3"), un veikt to aprobāciju uz reāliem uzdevumiem

# Galvenie rezultāti

- **Izstrādāta un praktiski pārbaudīta grafisko rīku būves platforma «Grade-2»**

Grade2 ir nevis konkrēts rīks, bet Rīku būves platforma, kas konsekventi balstīta uz metamodeļiem un modeļu transformācijām

## **Grade2 arhitektūra:**

### **TDA**

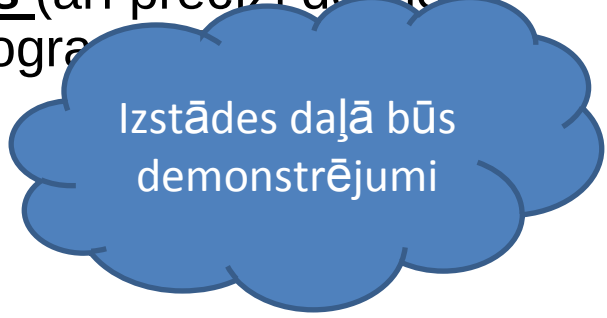
+

Universāls **rīku definēšanas MM (ontoloģija)**

+

Universāla **transformācija (valodā IQuery)**, kas TDA vidē interpretē minētā MM instaces, rezultātā «pārvēršot» tās par konkrētiem DSL rīkiem

Papildus vēl **paplašināšanas punktu mehānisms** (arī precīzi definēts ar metamodeļa palīdzību), kas dod iespēju «pieprogramēt» konfigurējamā rīka nestandarta darbības



Izstādes daļā būs demonstrējumi

## Rezultātā:

Ar doto platformu ģenerētie rīki ir:

- atvērti pret ārējām lietojumprogrammām. Tas panākts «atklājot» rīku iekšējo struktūru un uzvedību ar precīzi definētu metamodeļu (ontoloģiju) palīdzību (skat. attiecīgo slaidu)

Ar doto platformu var ģenerēt rīkus, kas papildus nodrošina:

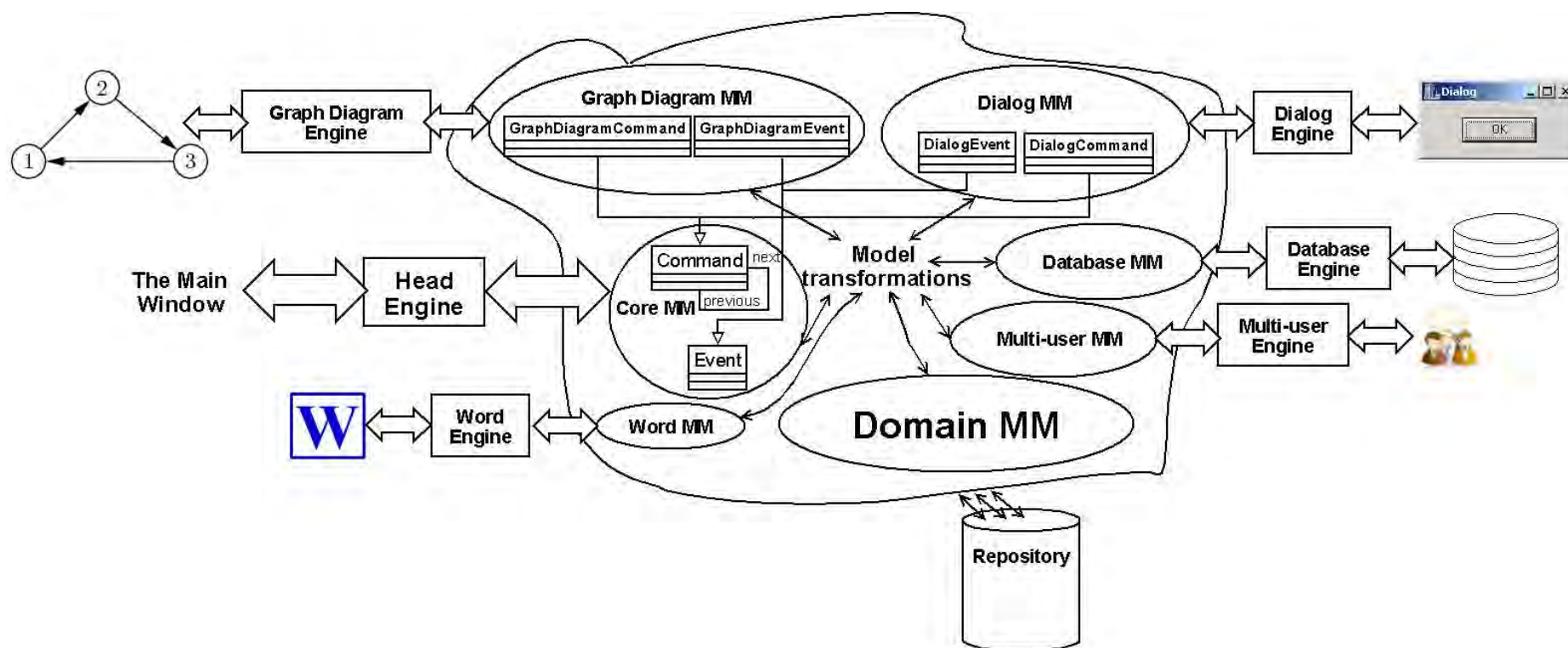
- Daudzlietotāju režīmu
- Sadarbību ar DB
- Sadarbība ar Web servisiem
- Sadarbību ar Word (Word dokumentu ģenerēšana), Excel utt.
- Konfigurējamu HTML eksportu (kas “viegli saprotama” ārējām lietojumprogrammām)
- Versiju evolūcijas nodrošināšanu (jo DSL rīks parasti attīstās un kā saglabāt iepriekšējās versijās izstrādātos modeļus)
- U.c.

- **Daži svarīgākie rīki, kas ģenerēti ar Grade2 un tiek praktiski lietoti (uz šo brīdi)**

- Projektu izvērtēšanas DSL  
un atbilstošais grafiskais rīks (lieto Datorikas institūts DIVI)
- Valsts Sociālās apdrošināšanas aģentūras DSL  
un atbilstošais grafiskais rīks (lieto VSAA))
- Ontoloģiju grafiskais redaktors OWLGrEd (plaši lieto pasaules mērogā,  
skat. slaidus par OWLGrEd)
- Vēl virkne eksperimentālo rīku (kā, piemēram, GradeTwo ), kas tiek lietoti LU DF studentu mācību procesā

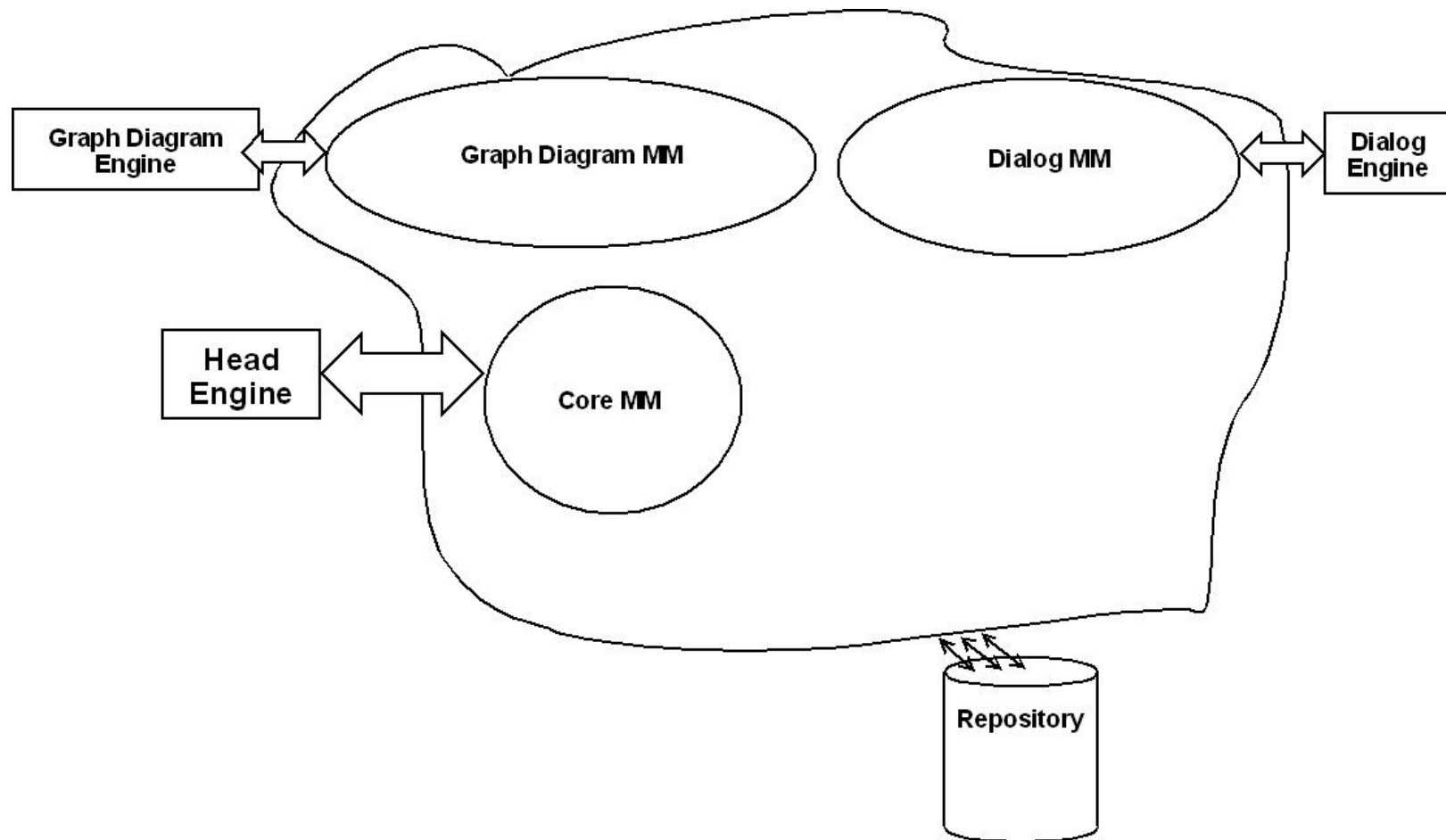


- Izstrādāta un praktiski pārbaudīta jauna programmsistēmu būves arhitektūra TDA («Transformation Driven Architecture»), kas balstīta uz metamodeļiem (ontoloģijām) un transformācijām

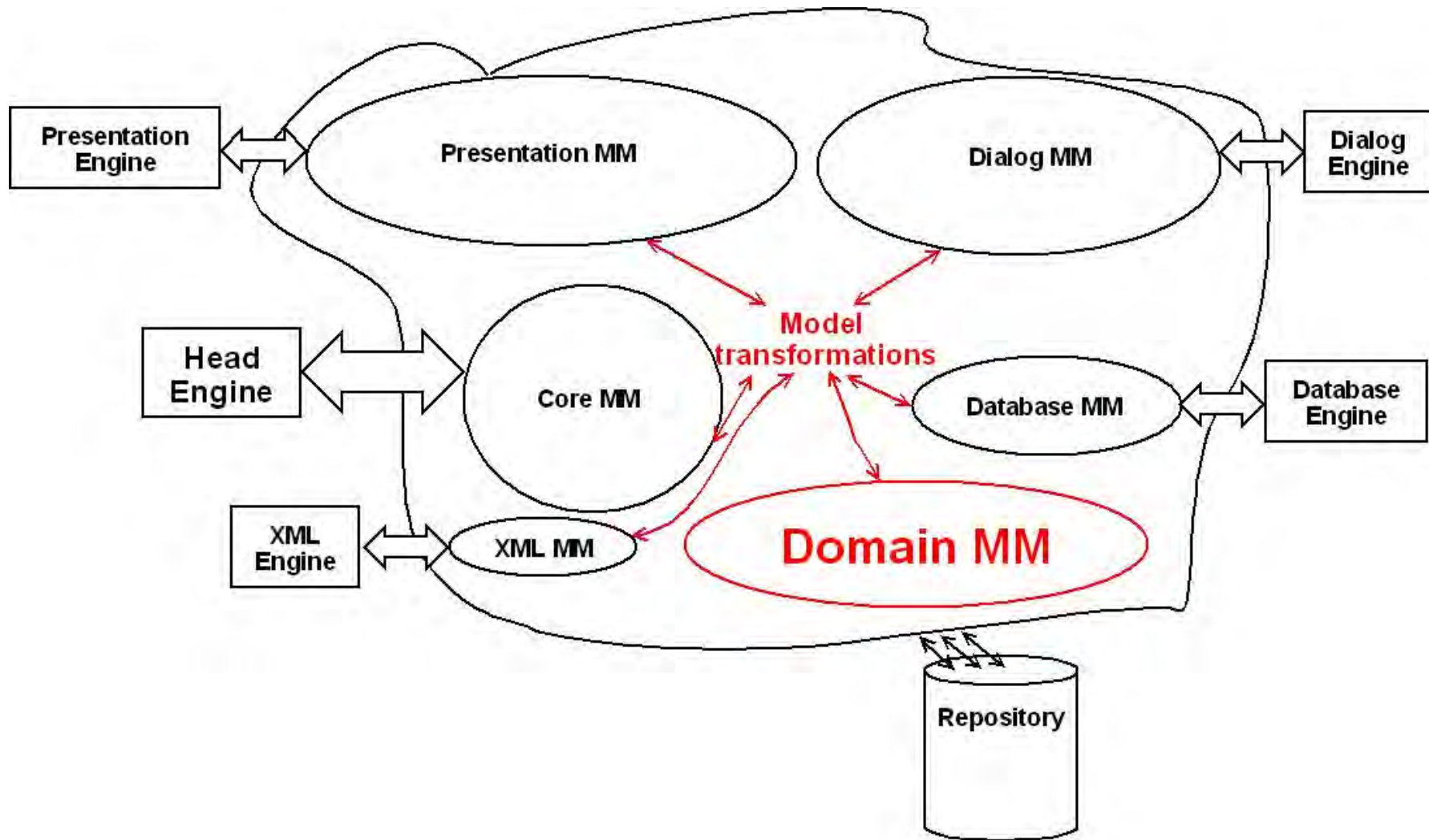


TDA shematisks attēlojums

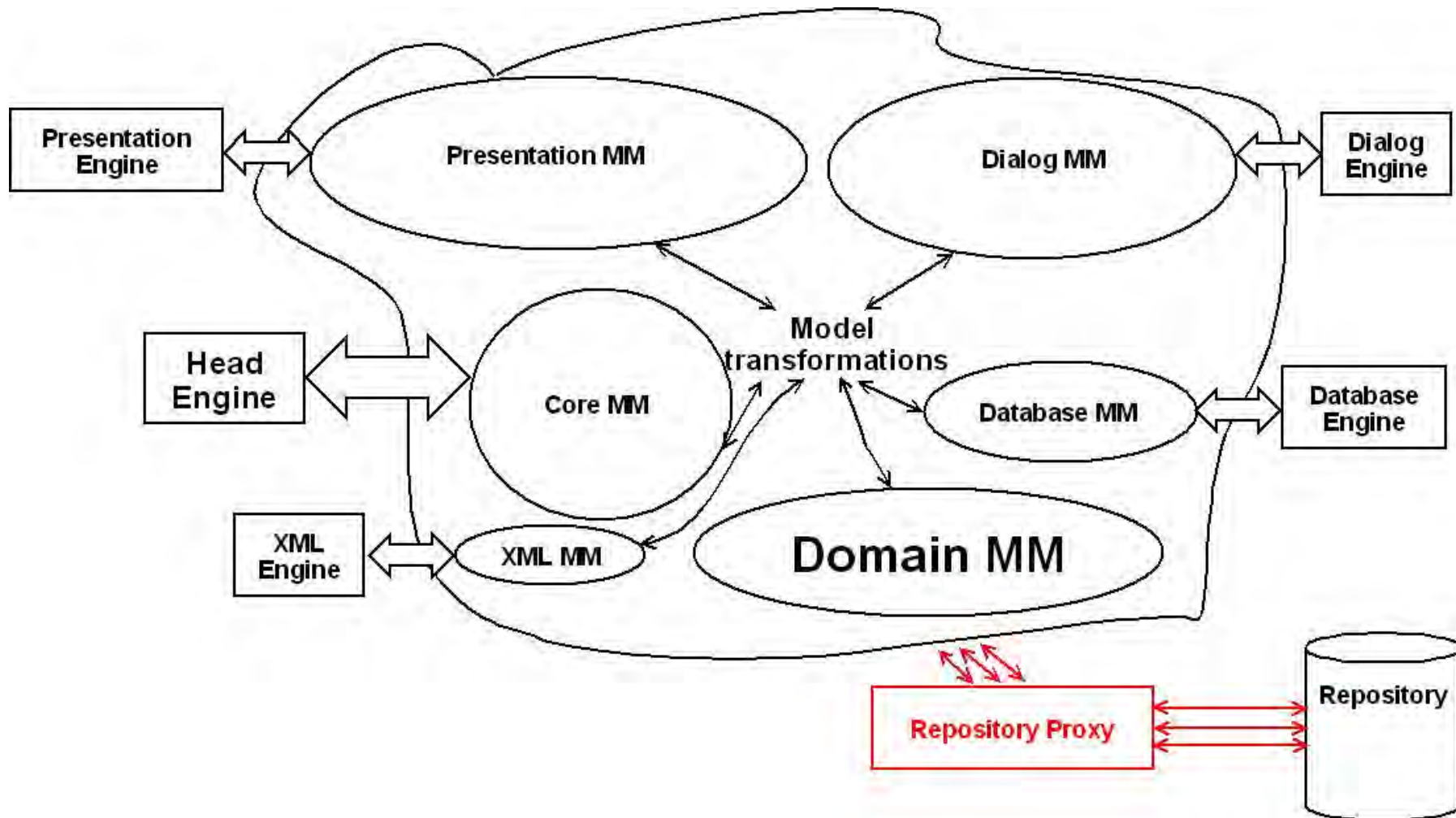
# TDA shēma



# Konkrēts rīks



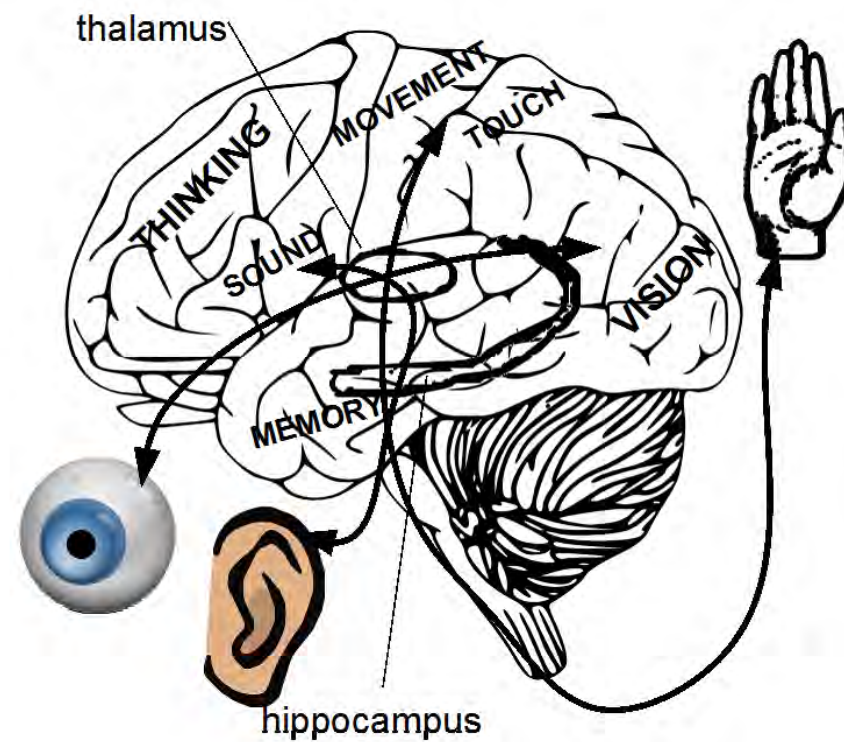
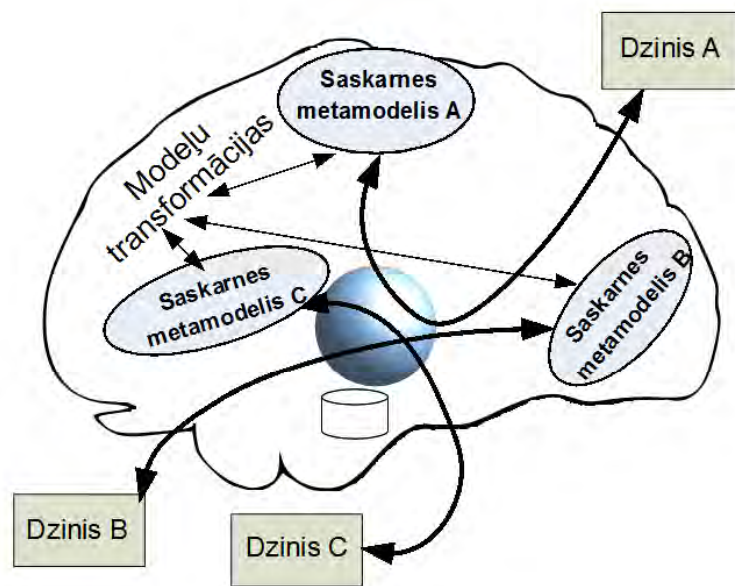
# UNDO/REDO



TDA arhitektūra ir domāta interaktīvo programmsistēmu izstrādei. Ar interaktīvām sistēmām saprot sistēmas, kurās sadarbojas vairākas komponentes (arī cilvēks). Šo arhitektūru veido:

- **Dziņi** (engines), kas atbild par noteiktām sistēmas darbības sfērām; uz šo brīdi ir jau izstrādāti Grafveida diagrammu dzinis, Dialogu dzinis, Daudzlietotāju dzinis un citi.
  - Katra dziņa ārejš **interfeiss** tiek definēts ar **metamodeļa** (ontoloģijas) palīdzību. Šie metamodeļi un dziņi ir izstrādāti vienreiz projektā paredzamiem lietojumiem.
  - Konkrēta sistēma (piem., domēnspecifisku rīku būves platforma) tiek definēta ar **modeļu transformāciju** palīdzību, kas strādā ar šiem interfeisu metamodeļiem. Iepriekšējos projekta posmos tika tapušas attiecīgās modeļu transformāciju valodas. Izrādījās, ka rīku loģiku ar modeļu transformāciju palīdzību var uzrakstīt daudz ātrāk, nekā tradicionāli programmējot.
- Pateicoties šai arhitektūrai, izdevies izstrādāt arī domēnspecifisku rīku būves platformu, ontoloģiju redaktoru, utt. Iegūtie domēnspecifiskie rīki praktiski jau tiek lietoti reālos projektos.

## TDA līdzība ar cilvēka smadzeņu «arhitektūru»

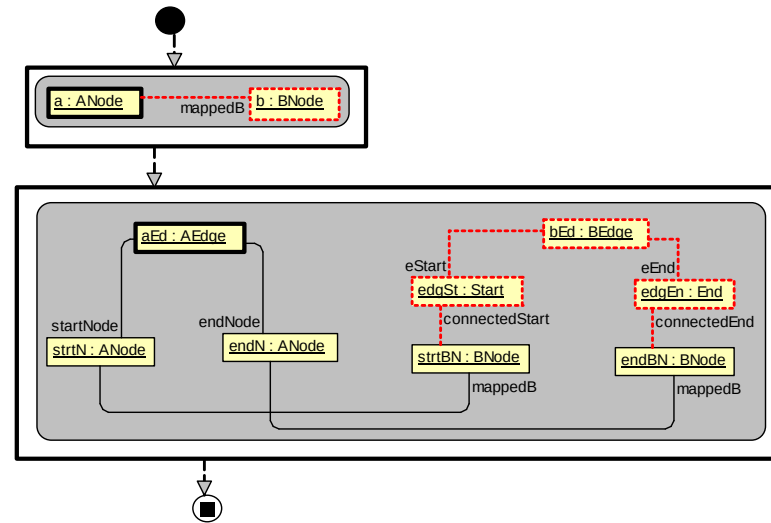


TDA arhitektūrai ir liela līdzība ar cilvēka smadzeņu darbības arhitektūru. Arī cilvēka smadzenes satur noteiktus dzinūs (engines), kurus šajā gadījumā sauc par maņu orgāniem (piemēram, redze, dzirde, tauste). Tiek uzskatīts, ka informācija, kas ienāk no maņu orgāniem, nonāk noteiktajos smadzeņu apgabalos. Šiem apgabaliem ir līdzība ar TDA dzinū interfeisu metamodeļiem. Bet, kā jau iepriekš bija teikts, konkrētās sistēmas loģiskā daļa (darījumlōģika) tiek uzdota ar transformācijām. Šī darījumlōģika zināmā nozīmē atbilst domāšanas daļai (THINKING) mūsu smadzenēs, kas atbild lēmumu pieņemšanu.



- Izstrādātas un praktiski pārbaudītas TDA arhitektūru apkalpojošās transformāciju valodas

- Transformāciju valoda MOLA un tās efektīva realizācija ar «bootstrapping» metodi
- Transformāciju valoda IQueru, kas balstīta uz augsta līmeņa programmēšanas valodu Lua un tās interpretatoru

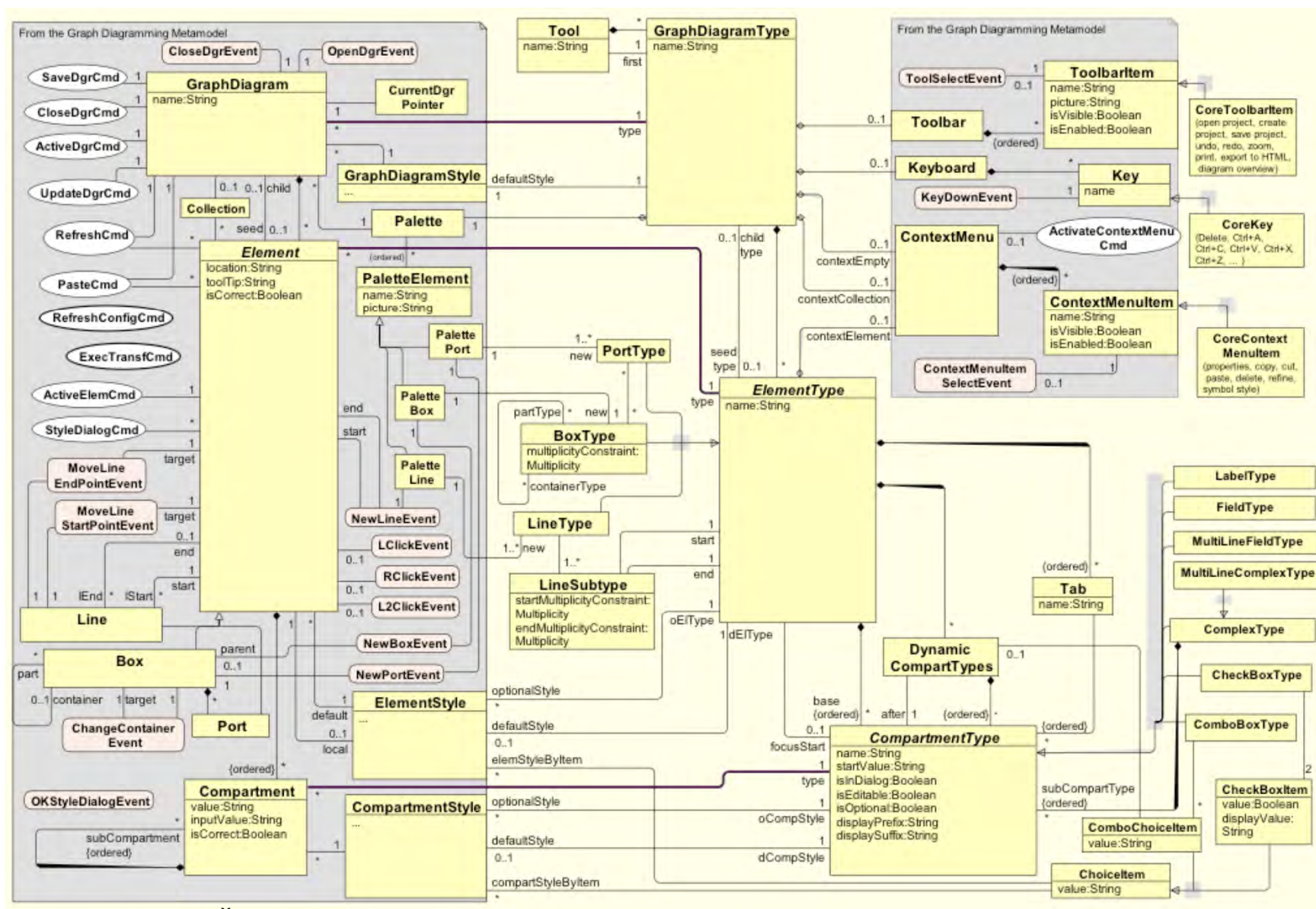


Rīku būves vajadzībām ērtāka izrādījās valoda **IQueru**, kas arī praktiski tiek lietota jaunākajās TDA versijās



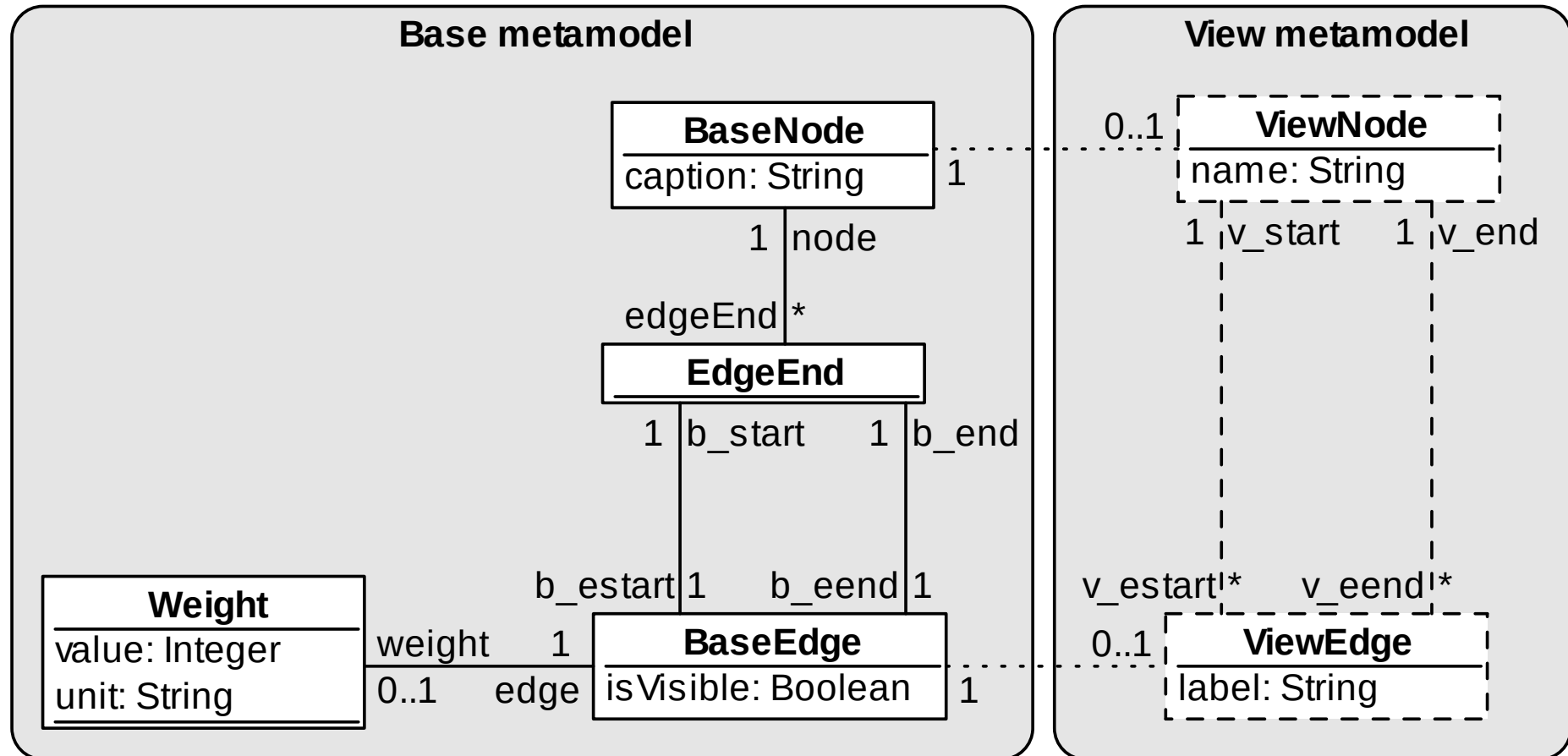


- Izstrādāts grafisko rīku definēšanas metamodelis (ontoloģija)



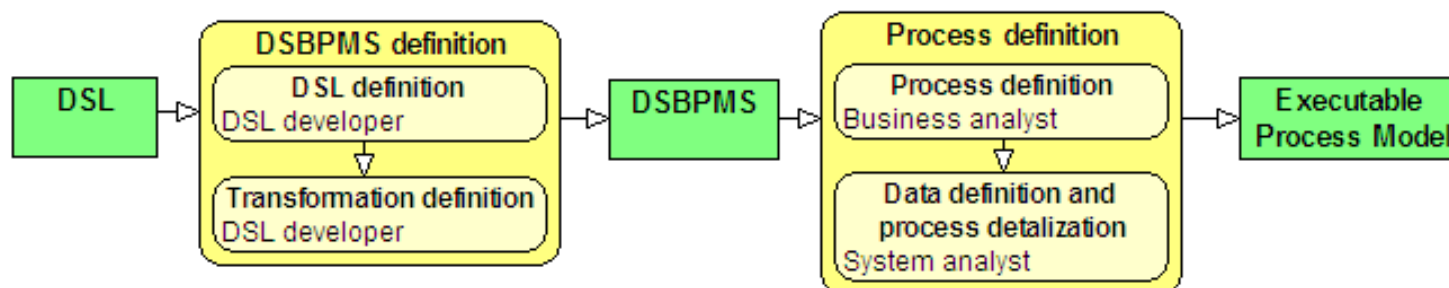
Šeit attēlots vienkāršots variants – bez paplašināšanas punktiem

- Izstrādāti metamodeļu skatu definēšanas līdzekļi (valoda un realizācija)



- **Izstrādāta platforma («Grade-3» kā «Grade-2» turpinājums),**

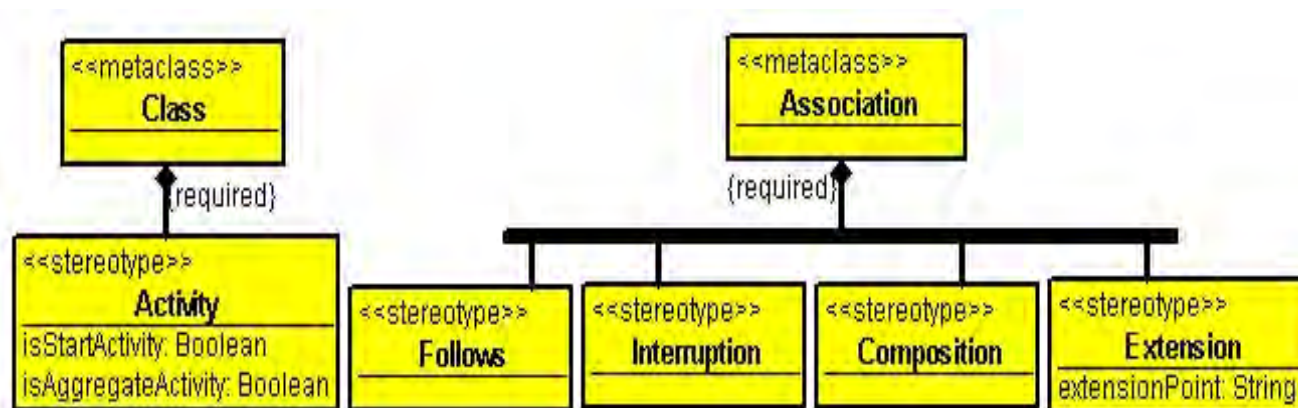
kura ar metamodeļos balstīta konfigurācijas mehānisma palīdzību dod iespēju ģenerēt domēnspecifiskas darba plūsmu vai procesu vadības sistēmas. Šādas sistēmas balstās uz ar platformas palīdzību izveidotu domēnspecifisku procesu aprakstīšanas valodu (procesu DSL), kura ļauj vienkārši un ātri izveidot katras konkrētās sistēmas (procesa definīcijas) programmatūru dotajā domēnā.



Izstrādātā platforma satur arī visus atbalsta līdzekļus, kas nepieciešami izveidotās procesu vadības sistēmas lietošanai.

- Izstrādāts un, izmantojot Grade2 un Grade3, realizēts ontoloģiju profils grūti formalizējamu sistēmu darbības aprakstīšanai

*MedMod profils*



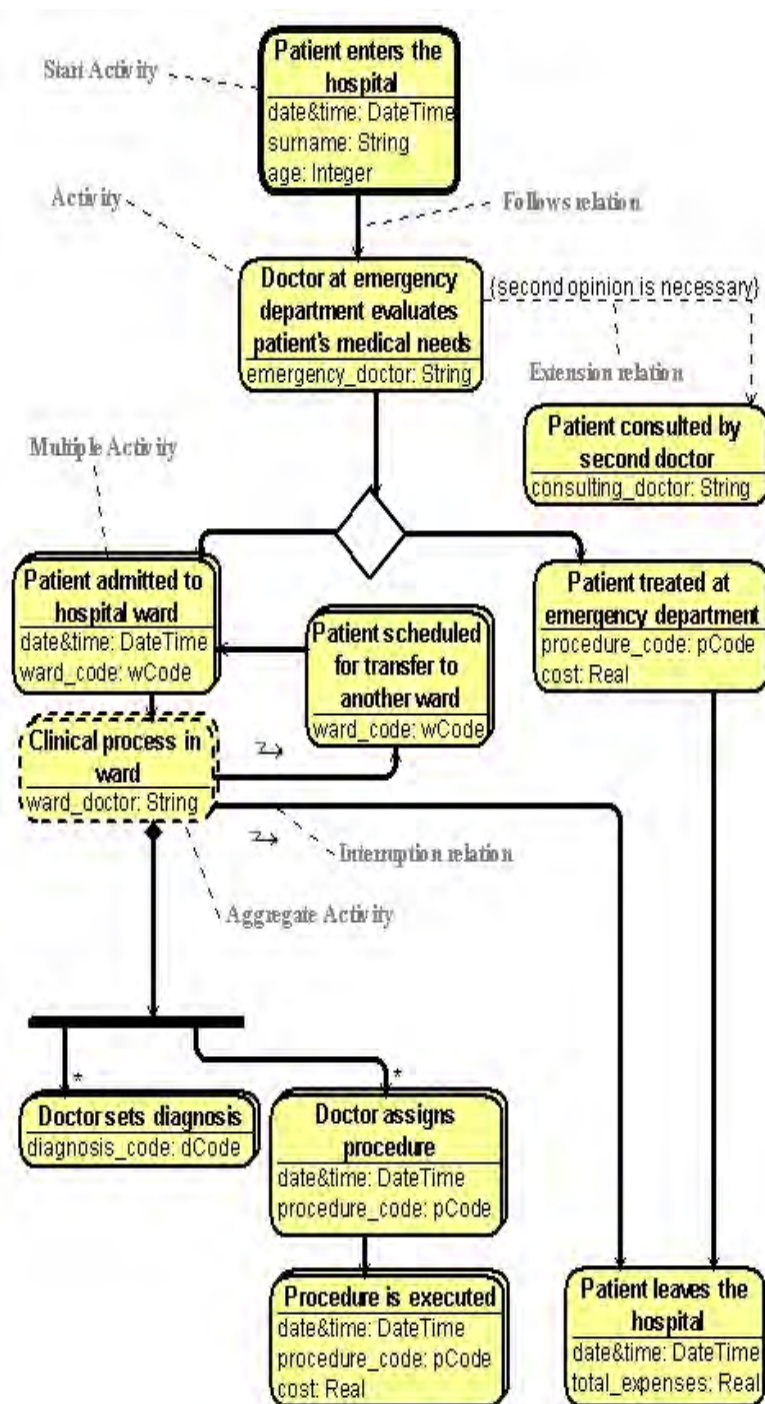
Izstrādātais profils, *MedMod*, tika pielietots slimnīcas, kas ir tipisks grūti formalizējamu sistēmu piemērs, darbības specificēšanai un arī kalpoja par pamatu dinamiskas grafiskas vaicājumu valodas būvei. Izstrādātā vaicājumu grafiskā valoda ļauj tieši IT nespeciālistiem, kā piemēram, ārstiem vai slimnīcas vadībai, dinamiski analizēt pacientu klīniskos procesus slimnīcā tieši sev nepieciešamajā griezumā, tādējādi būtiski paātrinot atbilžu iegūšanu uz nestandarta jautājumiem, kas, savukārt, ļauj gan efektīvāk veikt ārstēšanu, gan arī optimizēt slimnīcas izmaksas.



# MedMod

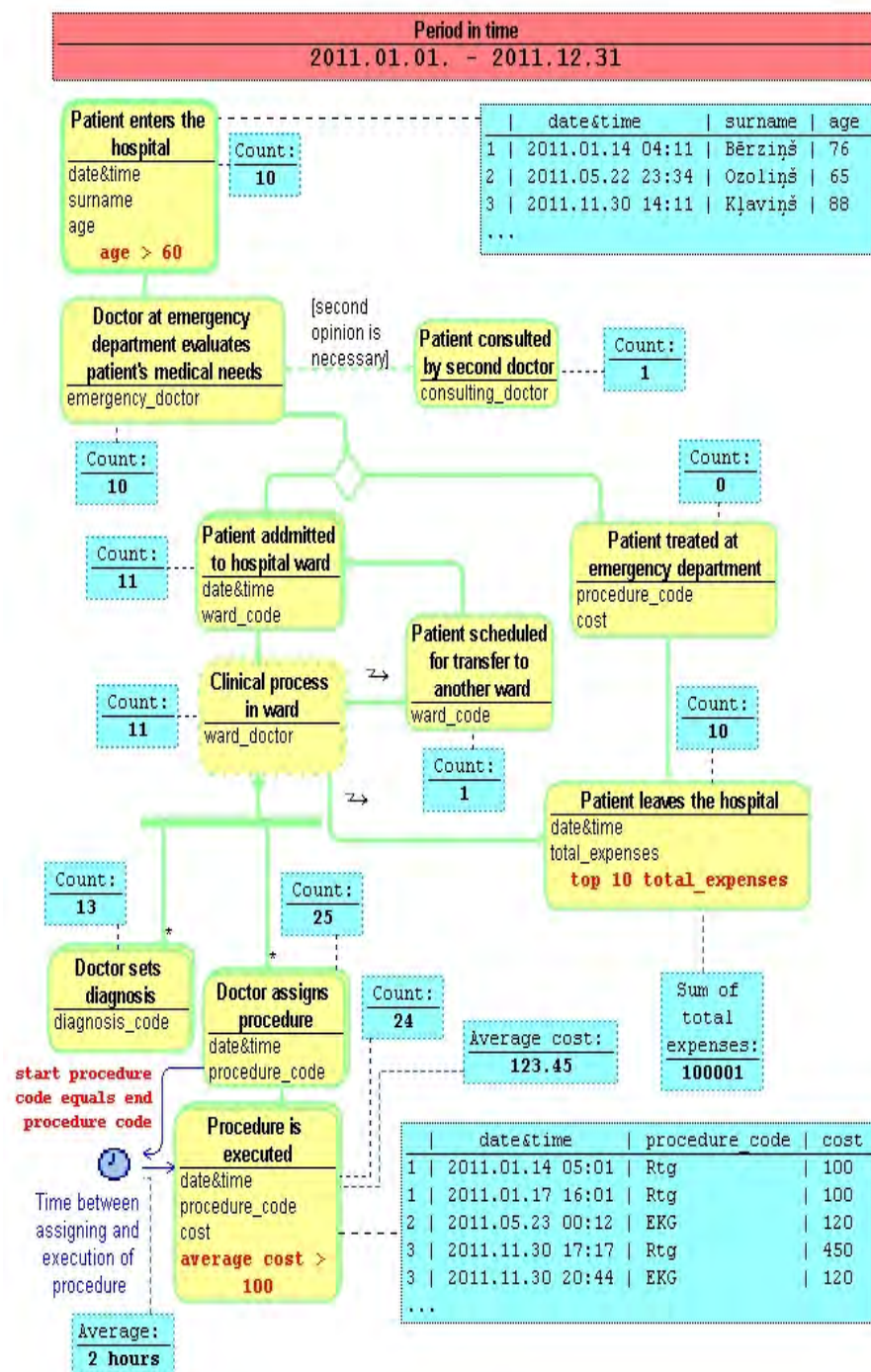
## Process

## Klašu Diagramma (Ontoloģija )



# Vaicājumu valoda + Demo

- 1) Skatāmies uz datiem caur pazīstama procesa *brillēm*
- 2) Vienkārši filtrēšanas līdzekļi (~ *MS Excel*)
- 3) Veidojot vaicājumu, starprezultāti tiek dinamiski parādīti lietotājam
- 4) Iespējama efektīva realizācija (lineāra laika attiecībā pret objektu skaitu)



## **Problēmas tālākiem pētījumiem:**

- Iepriekš minētā profila vispārinājums – granulāras ontoloģijas un to efektīva (lineāra pret objektu skaitu) realizācija
- Rīku būves platformas tālāka attīstīšana pievienojot ērtus sadarbības līdzekļus ar tīmekļa servisiem («Web services»)

# Uzdevums

- Izstrādāt ontoloģiju grafiskās attēlošanas metodes un rīkus, aprobēt tos uz reāliem uzdevumiem



# Galvenie rezultāti

- **Izstrādāta ontoloģiju grafiskās attēlošanas valoda un tās atbalsta rīks OWLGrEd**

- ✓ **Izstrādāts ļoti attīstīts OWLGrEd grafiskais redaktors (izmantojot rīku būves platformu Grade2)**

- ✓ Izstrādāts eksports/imports uz/no dažādiem ontoloģiju attēlojumiem

- ✓ Izveidota rīka mājas lapa, rīku eksperimentāli lieto (spriežot pēc lejupielāžu skaita un jautājumiem) >100 lietotājiem pasaulē (lai sekmētu rīka lietošanu, “Quick Start Guide” ir uzrakstījis un atļāvis ievietot mūsu mājas lapā viens no pazīstamākajiem speciālistiem pasaulē Zināšanu inženierijas jomā – Bill DeSmedt).

- ✓ Skat. <http://owlgred.lumii.lv>

- ✓ Valoda OWLGrEd un minētais rīks dod iespēju netriviālas ontoloģijas uzskatāmi attēlot un veidot izpratni par tām

- ✓ Izstrādātas un uz reāliem piemēriem pārbaudītas metodes relāciju datu bāžu eksportam uz OWL ontoloģijām

- ✓ Valodas un rīka pirmie lietojumi jau ir atklājuši tālākas problēmas, kas jārisina – pamatā tās ir saistītas ar nepieciešamību pēc attīstītiem grafisko ontoloģiju pārbūves (“refactoring”) līdzekļiem



Izstādes daļā būs  
demonstrējumi

# <http://owlgred.lumii.lv/>

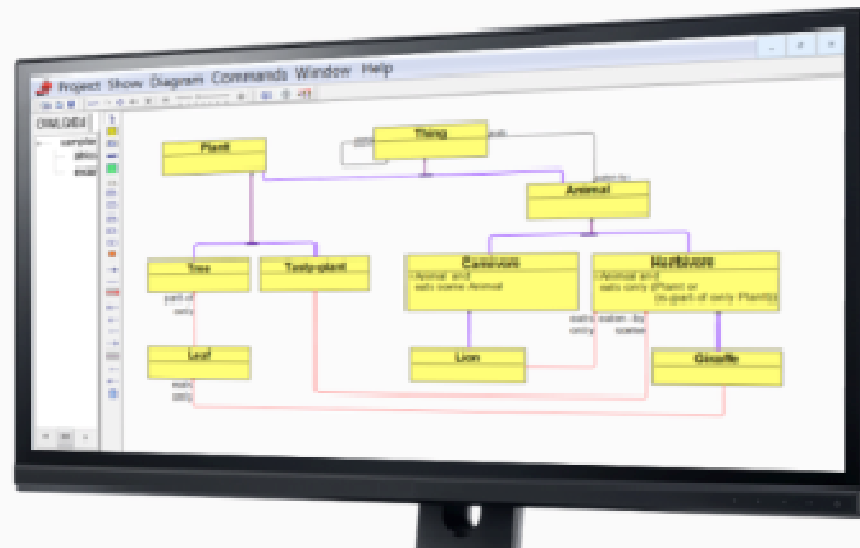
## OWLGrEd

[Home](#)[Get Started](#)[Notation](#)[R&D](#)[About Us](#)

Finally, an **easy** way  
to work with  
ontologies

Try it Today, for FREE!

[Download OWLGrEd »](#)



See like never before

No more scrolling through long and cryptic text files or seeing only one item at a time. With OWLGrEd you can see your whole ontology at a glance.



Edit like a Pro

OWLGrEd is easy to understand and use even for "non-ontologists". You can give it without hesitation to your industrial partners.



Customize

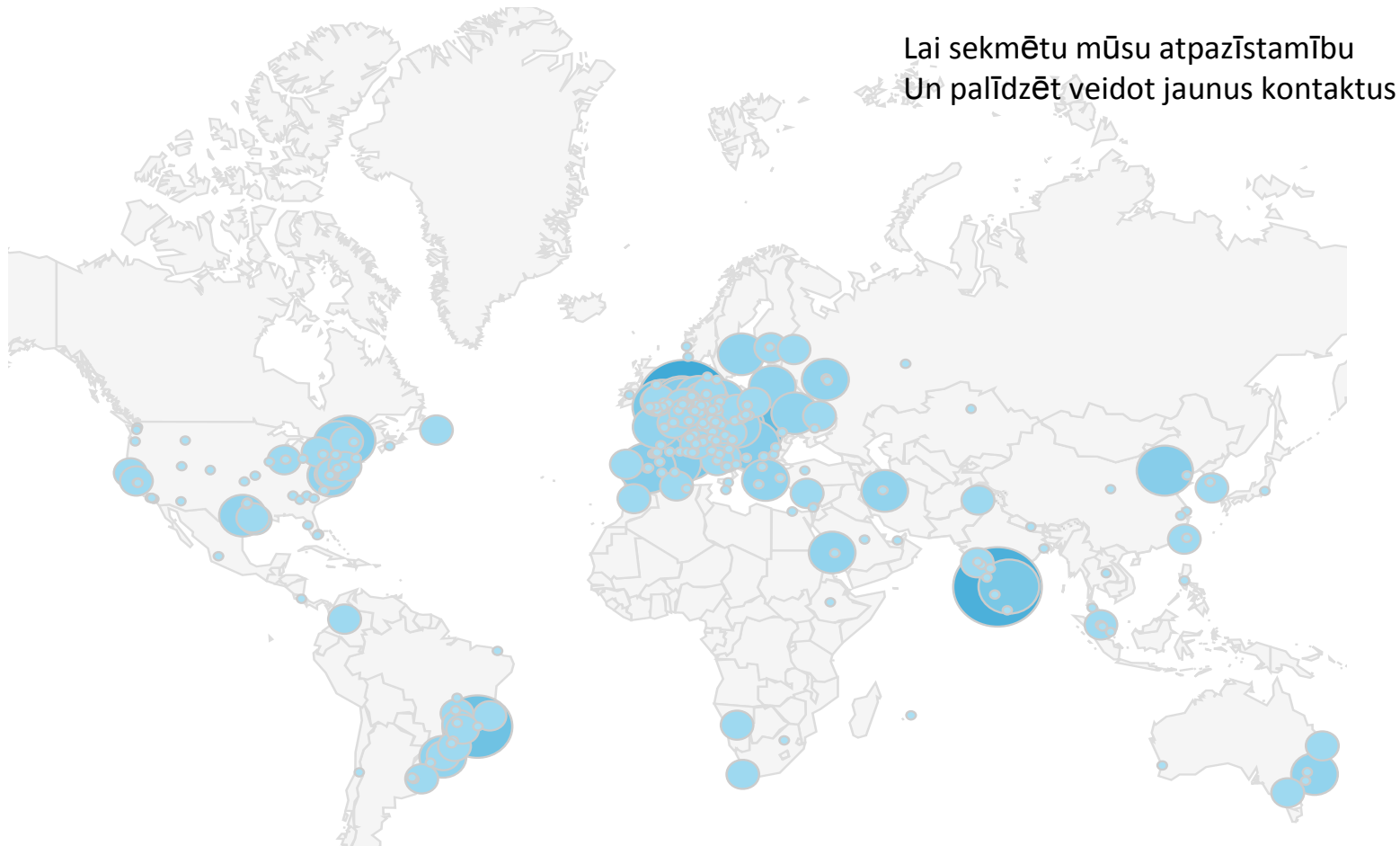
You can choose which OWL entity types are included in the visualization. You can change the automatic layout of the ontology as well as its graphical style.



Share your insight

After you have visualized and fine-tuned your ontology, you can export it as an image for use in documentation or inside a web page.

## OWLGrEd lietojumi pasaulē



Mēnesī ~100 lejupielādes ārpus latvijas

Bildē redzamas pilsētas no kurām veiktas lejupielādes (kopā 503) laika posmā no 1. jūnija līdz 31. oktobrim. Katrs aplis reprezentē pilsētu, apla lielums ir lejupielāžu skaits no dotās pilsētas (lielākais redzamais ir 15 lejupielādes, mazākais ir 1 viena lejupielāde).

# OWLGrEd lietojumi Latvijā

LU MII līguma  
uzskaites Nr. 3-27-08-2013

NVD līguma  
uzskaites Nr. 6-2805-2013

## LĪGUMS PAR KONCEPTUĀLO MODEĻU IZSTRĀDI

Rīgā

2013. gada 12. martā

**Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūts**, reģ.nr. 351013, nodokļu maksātāja reģ.nr. LV90002111761, Raiņa bulvāris 29, Rīga, LV1459, tās direktora Riharda Baloža-Boluža personā, kas rīkojas uz Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūta nolikuma pamata, (turpmāk – Izpildītājs) no vienas puses, un

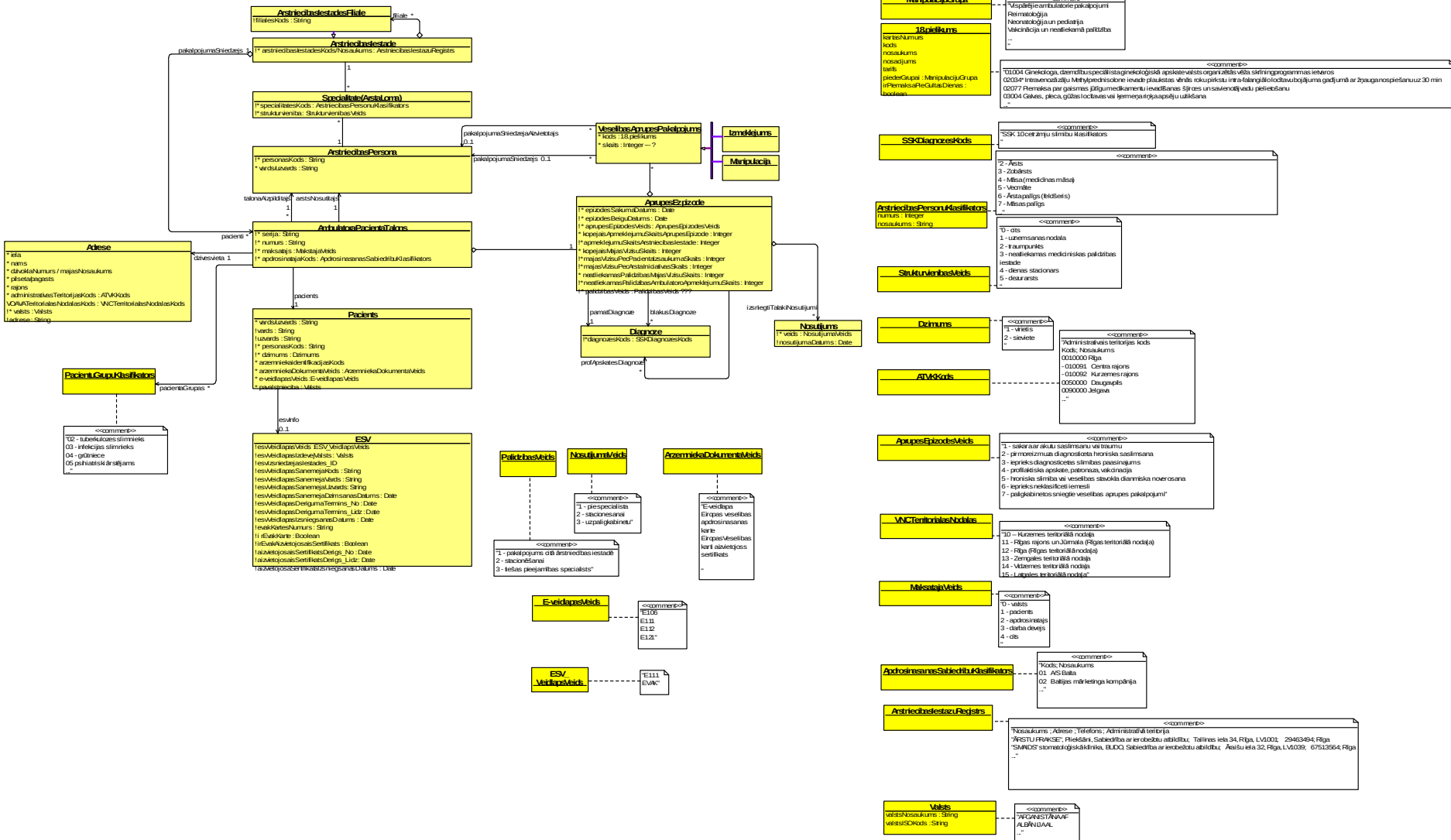
**Veselības ministrijas Nacionālais veselības dienests** reģ. nr.90009649337, juridiskā adrese: Cēsu iela 31/k-3, Rīga, LV-1012, tās direktora Māra Taubes personā, kurš rīkojas uz Ministru kabineta 2011.gada 1.novembra noteikumu Nr.850 „Nacionālā veselības dienesta nolikums” pamata (turpmāk – Pasūtītājs), un no otras puses, turpmāk saukti – Līdzēji,

Pamatojoties uz starp Izpildītāju un Pasūtītāju 2013.gada12.martā noslēgtā sadarbības līguma (LU MII reģistrācijas Nr.3-27-08-2013, NVD reģistrācijas Nr. 6-2805-2013) 2.1. punktu, vienojas noslēgt šādu līgumu (turpmāk – Līgums):

### 1. Līguma priekšmets

Pasūtītājs uzdod un Izpildītājs apņemas veikt bezatlīdzības Pasūtītāja pārziņā esošās veselības aprūpes pakalpojumu apmaksas norēķinu sistēmas "Vadības informācijas sistēma" (turpmāk – VIS) datu konceptuālā modeļa izstrādi (turpmāk – Pakalpojums)

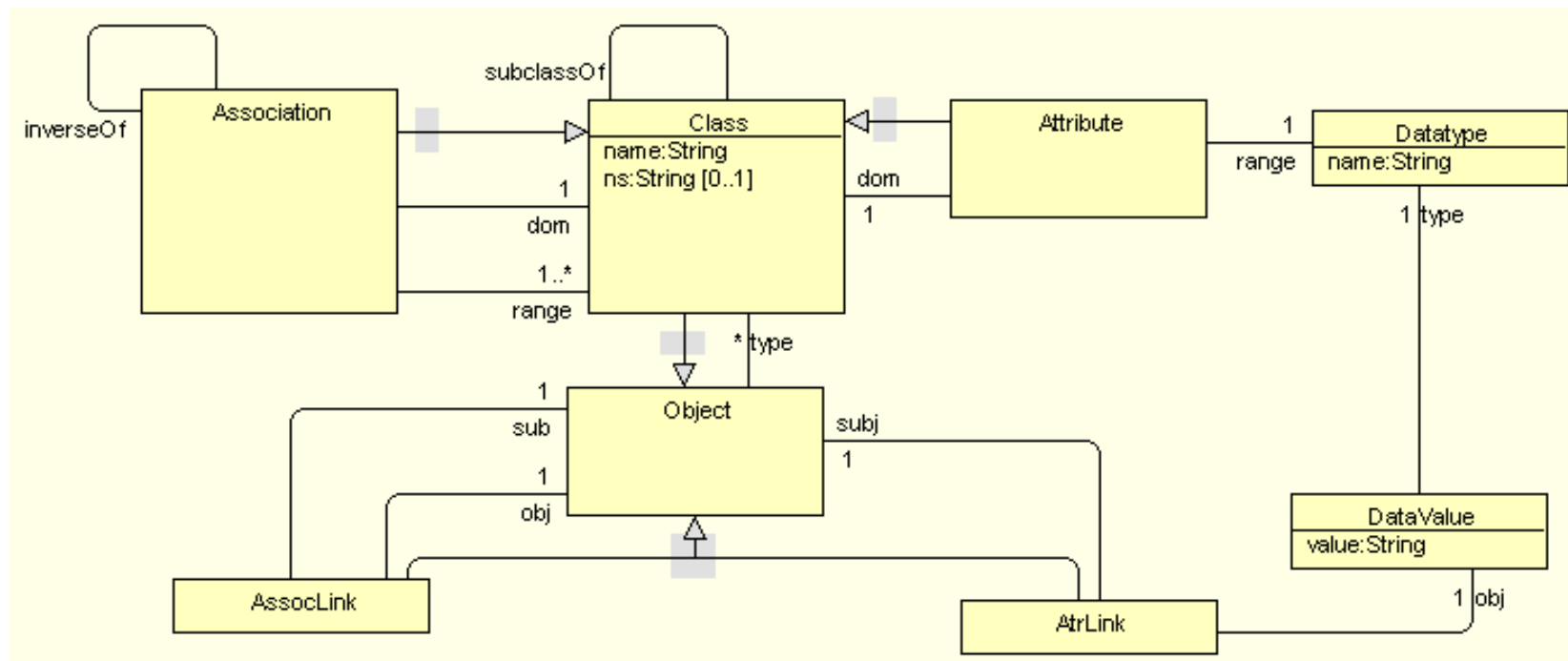
# NVD ontoloģijas fragmenta (valodā OWLGrEd) piemērs



- **Izstrādāts un eksperimentāli pārbaudīts jauna tipa repozitorijs darbam ar ontoloģijām**

- ✓ Izstrādāts jauna tipa repozitorijs, kas dažādos metalīmeņus (no tradicionālās metamodelēšanas MOF viedokļa raugoties) „novieto” vienā metalīmenī, un tajā pašā laikā nodrošina tādu pašu ātrdarbību, kā sadalīto metalīmeņu repozitoriji
- ✓ Jaunā repozitorija metamodeli skat. nākamajā slaidā
- ✓ Tas dod iespēju uzbūvēt un efektīvi realizēt domēnspecifisku (DSL) transformāciju valodu darbam ar ontoloģijām, t.sk. iepriekšējā punktā minēto grafisko ontoloģiju pārveidojumu (“refactoring”) realizācijai
- ✓ Repozitorija efektivitāte pārbaudīta uz reāla piemēra: Latvijas medicīnas reģistru eksporta no relāciju datu bāzēm uz RDF datu bāzēm, kas ir uz ontoloģijām balstīta Semantiskā tīmekļa pamatu pamats. Šis eksports tika veikts ar transformāciju palīdzību kā starpnieku izmantojot minēto repozitoriju. Ātrdarbība uz 64 bitu pamatatmiņas bija augstākā mērā apmierinoša. Tas nozīmē, ka minētais reģistrs no ātrdarbības viedokļa pilnīgi apmierina mūsdienīgo ontoloģiju nepieciešamos pārveidojumus (“refactoring”)
- ✓ Šim nolūkam tālāk attīstīta bāzes transformāciju valoda L0 darbam ar minēto repozitoriju (un līdz ar to darbam ar ontoloģijām)

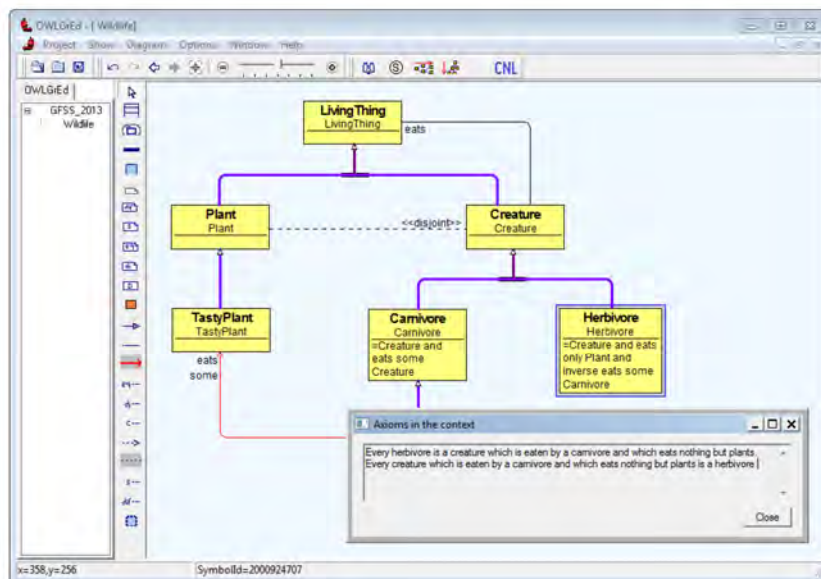
## Jaunā repozitorija metamodelis (vienkāršots)





- Izstrādāta ontoloģiju multilingvālas leksikalizācijas metode

## Axioms in the context



## The whole ontology

### In English:

Every carnivore is a creature that eats a creature. Every creature that eats a creature is a carnivore.  
 Every herbivore is a creature that is eaten by a carnivore and that eats nothing but plants. Every creature that is eaten by a carnivore and that eats nothing but plants is a herbivore.  
 Every creature is a living thing.  
 Every herbivore is a creature.  
 Every lion is a carnivore.  
 Every lion eats a tasty plant.  
 Every plant is a living thing.  
 Every tasty plant is a plant.  
 No creature is a plant.  
 Everything that eats something is a creature.  
 Everything that is eaten by something is a living thing |

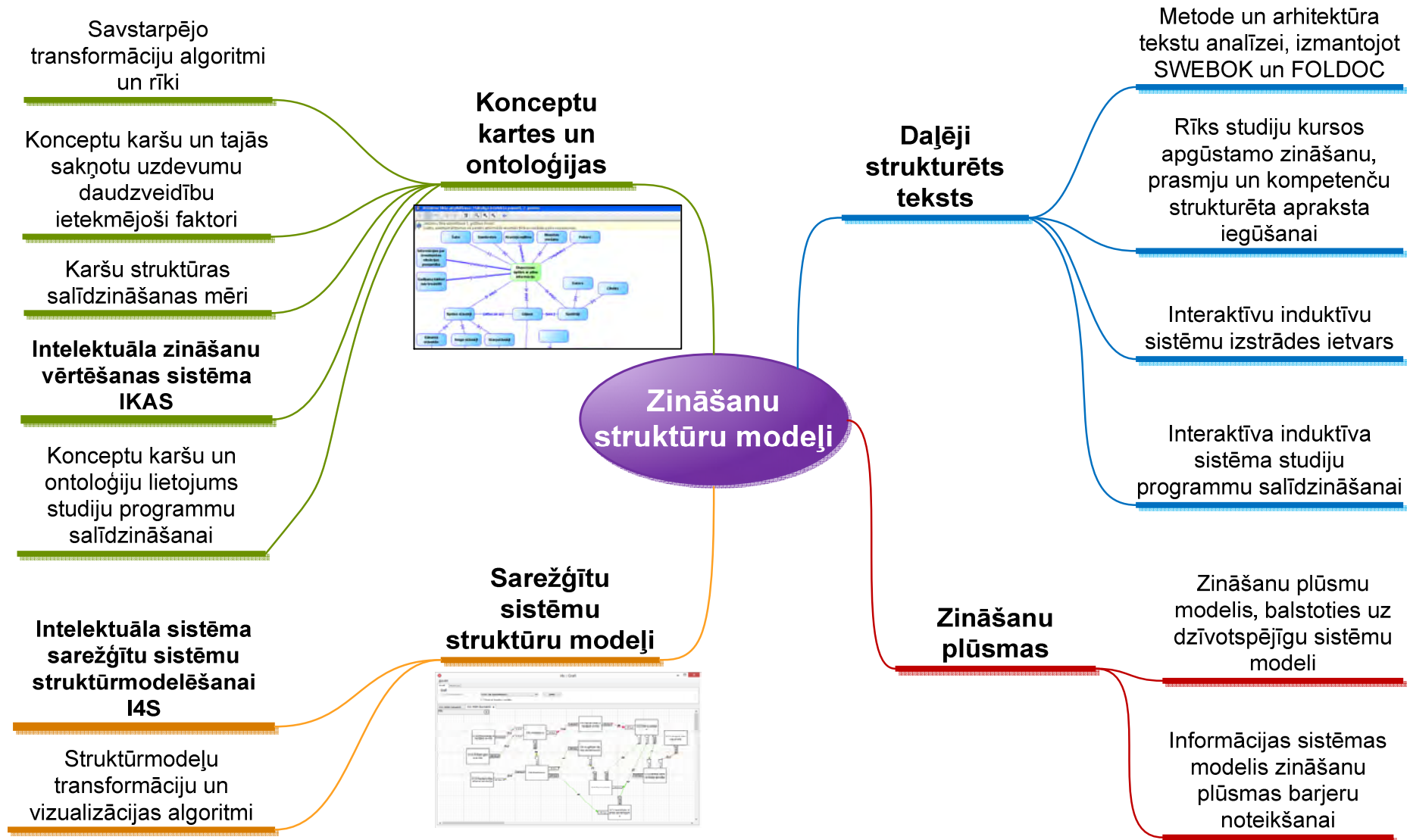
### In Latvian:

Ikviens plēšējs ir radījums, kas ēd radījumu. Ikviens radījums, kas ēd radījumu ir plēšējs.  
 Ikviens zālēdājs ir radījums, ko ēd plēšējs un kas ēd tikai augus. Ikviens radījums, ko ēd plēšējs un kas ēd tikai augus ir zālēdājs.  
 Ikviens radījums ir dzīva būtne.  
 Ikviens zālēdājs ir radījums.  
 Ikviens lauva ir plēšējs.  
 Ikviens lauva ēd garšīgu augu.  
 Ikviens augs ir dzīva būtne.  
 Ikviens garšīgs augs ir augs.  
 Nevieni radījums nav augs.  
 Jebkas, kas ēd kaut ko ir radījums.  
 Jebkas, ko ēd kaut kas ir dzīva būtne |

- **legūti būtiski rezultāti valodas semantikas jomā**
- ✓ Tika turpināti iepriekšējos gados iesāktie pētījumi dabiskās valodas semantikas jomā un iegūti rezultāti:
  - ✓ FrameNet-CNL ideja un realizācija
  - ✓ GF Latviešu valodas resursgramatikas izpēte
  - ✓ Multilingvālās GF FrameNet resursgramatikas izpēte
  - ✓ Ontoloģiju multilingvāla verbalizācija
- ✓ Šo ideju praktiskā realizācija tiek veikta ERAF projektā *„Semantisko datubāzu platforma nozaru speciālistiem”*, Nr.2011/0009/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/112
- ✓ Uz šo zinātnisko izstrāžu pamata noslēgts līgums *„Teksta automātiskās datorlingvistikas analīzes pētījums jauna informācijas arhīva produkta izstrādē”* ar partneriem: SIA „LETA”, SIA „IT kompetences centrs”, Nr.2.7 L-KC-11-0003

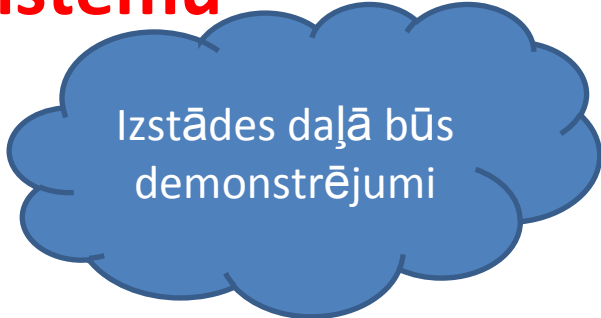
# Uzdevums

- Izstrādāt problēmsfēru specifisku ontoloģiju un zināšanu (kognitīvās) struktūras modeļu savstarpējās transformācijas procedūras, atbalsta rīku un zināšanu struktūras modeļu salīdzināšanas un novērtēšanas metodes



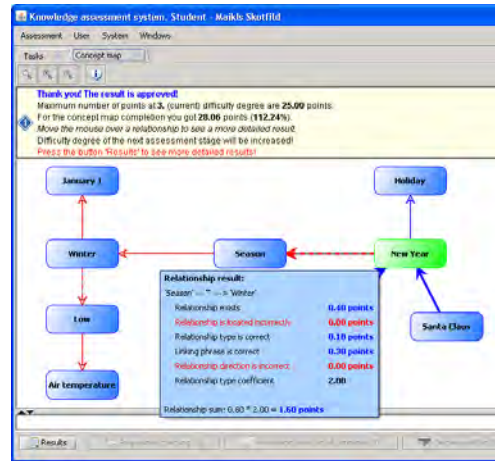
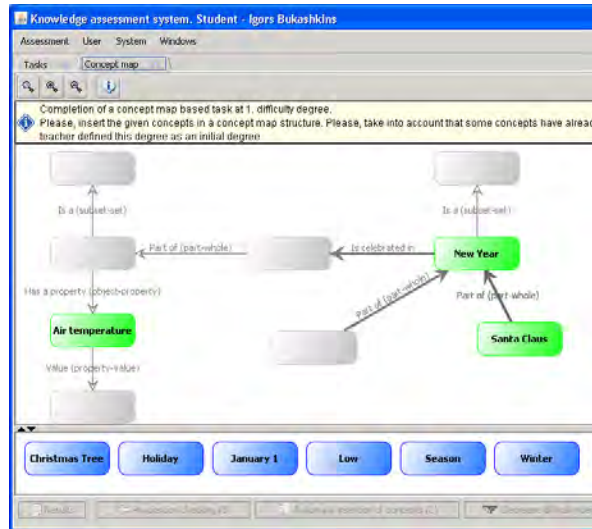
# Galvenie rezultāti

- Konceptu karšu salīdzināšanas un novērtēšanas, kā arī konceptu karšu un ontoloģiju savstarpējās transformācijas algoritmi, kas ieviesti un aprobēti **Intelektuālā zināšanu vērtēšanas sistēmā IKAS**
- Struktūrmodelēšanā izmantoto modeļu sintakses un semantikas formāla definīcija, modeļu savstarpējo transformāciju algoritmi, modeļu elementu automatizēta vizualizācija un **Intelektuālas sistēmas sarežģītu sistēmu struktūrmodelēšanai I4S izstrāde**



Izstādes daļā būs  
demonstrējumi

# Intelektuāla zināšanu vērtēšanas sistēma IKAS



Knowledge assessment system. Student: Maks Škufelds

Assessment User System Windows

Tasks: Concept map Results: Maks Škufelds Nr. 2011-1

Created: 01.10.2011 - What do you know about New Year? Stage: 0.0 Difficulty degree: 1.0 Task completion mode: Self-assessment

Score received: 25.00 points (112.24%)  
Your score: 25.00 points (112.24%)

Explanation of score calculation:  
Coefficient corresponding to the difficulty degree (C): 1.07  
Points for relationship (P): 0.40

Change of help:  
Type of help: Number of help usage (H): 0.00  
Duration of additional concepts: 0.00  
Number of help usage (H): 0.00  
Duration of additional concepts: 0.00  
Coefficient corresponding to the difficulty degree (C): 1.07  
Points for relationship (P): 0.40  
Correction coefficient (C \* P \* H \* D): 0.00

Score:  $P = (C * H * D * P) = (1.07 * 0.00 * 0.00 * 0.40) = 0.00$

Average result by difficulty degrees

| Difficulty degree | Maximum points | Average points |
|-------------------|----------------|----------------|
| 1                 | 25.0           | No data        |
| 2                 | 25.0           | No data        |
| 3                 | 25.0           | No data        |
| 4                 | 25.0           | No data        |
| 5                 | 25.0           | No data        |
| 6                 | 25.0           | No data        |

Concept mastery:

| Concept        | History level |
|----------------|---------------|
| Christmas Tree | 100.0%        |
| Holiday        | 100.0%        |
| January 1      | 100.0%        |
| Low            | 100.0%        |
| Season         | 100.0%        |
| Winter         | 100.0%        |
| New Year       | 71.0%         |

Individual plan for content material revision

Dear Student,

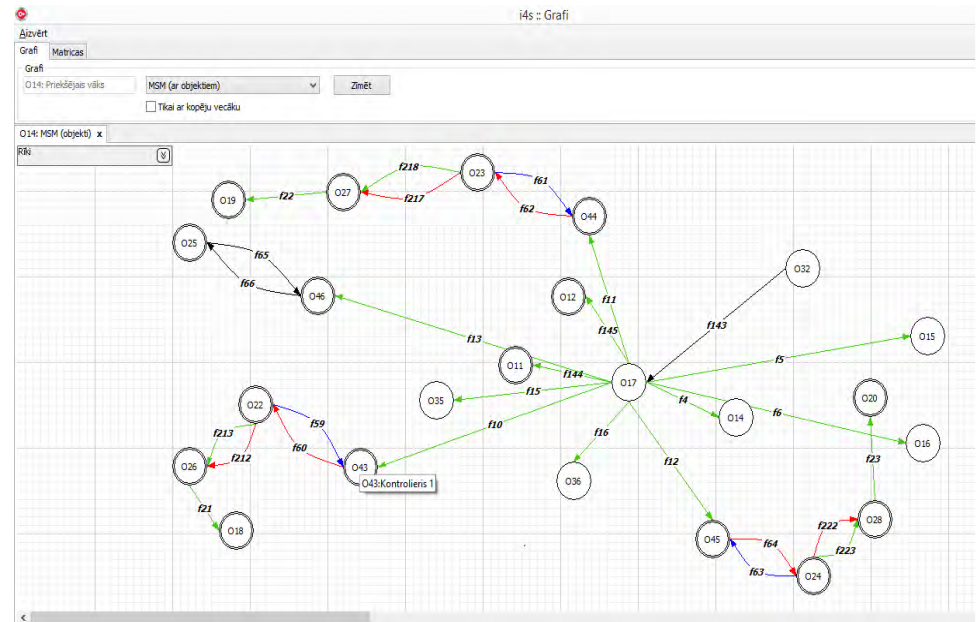
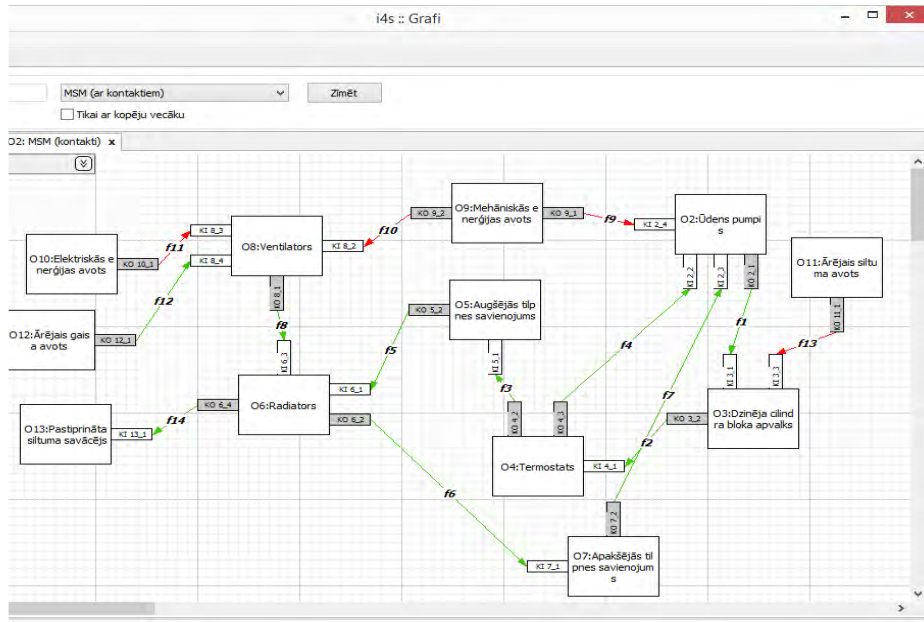
The greatest part of concepts have been mastered well.  
Some concepts are not mastered well enough. Therefore, it is recommended to review learning materials on these concepts.

Score time: 2012, year 23, August 19:19

- Dažādas grūtības pakāpes konceptu kartēs sakņoti uzdevumi
- Automatizēta studentu iesniegto konceptu karšu novērtēšana
- Bagātīga atgriezeniskā saite studentiem un pasniedzējiem
- Aprobācija: 1000+ studenti



# Intelektuāla sistēma sarežģītu sistēmu struktūrmodelēšanai I4S

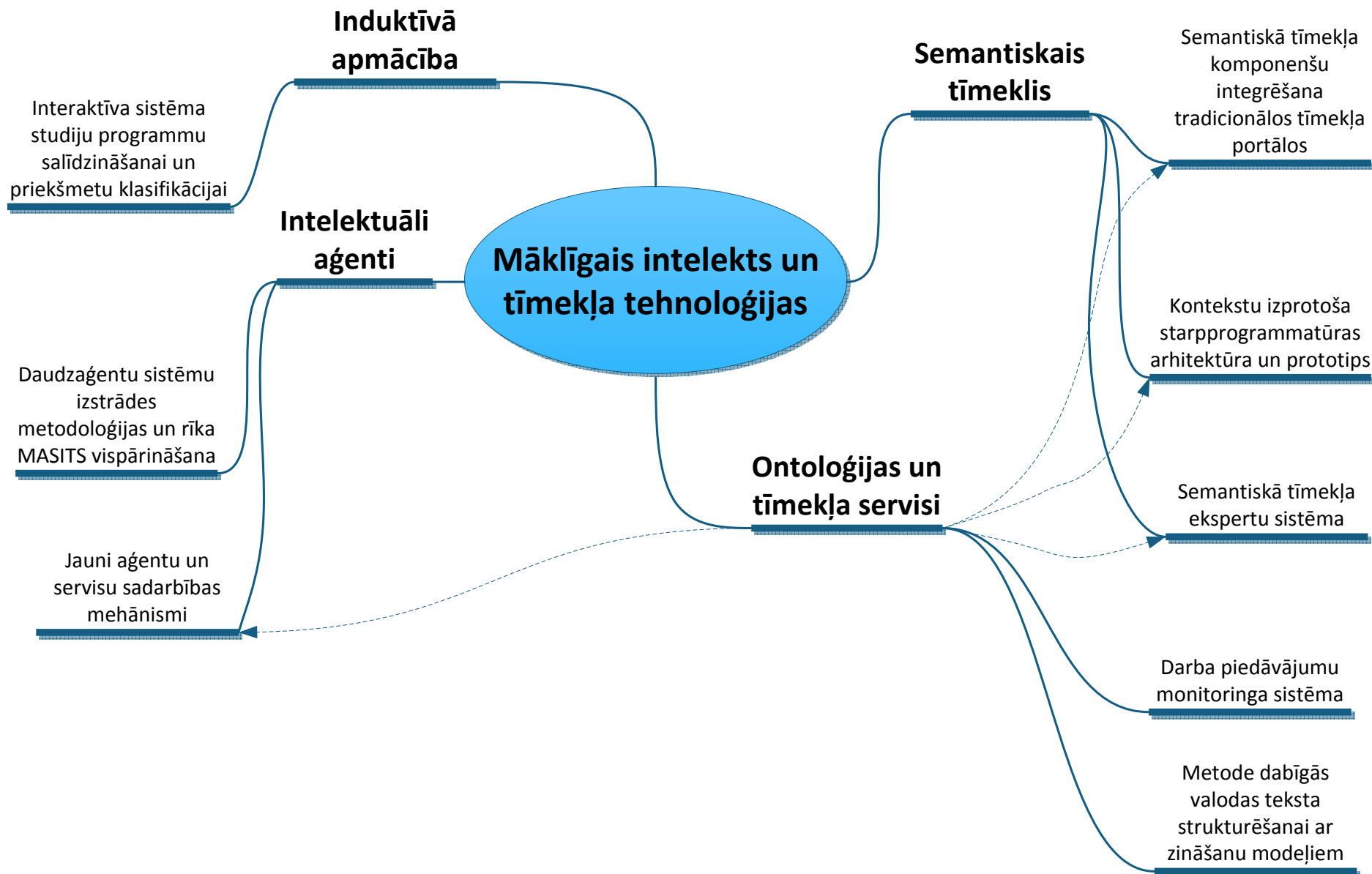


- Ļauj automatizēti izveidot dažādus struktūras modeļus, izmantojot freimos atspoguļotās zināšanas.
- Ļauj novērtēt morfoloģiskā un funkcionālā modeļa elementu nozīmību sistēmā, izmantojot rangus.
- Ļauj noteikt kā izvēlētais/iezīmētais objekts, funkcija vai parametrs ietekmē citus izveidotajā modelī.

# Uzdevums:

- Izstrādāt izkliedētā mākslīgā intelektā un Web tehnoloģijās balstītu ietvaru (framework), kurā lietoti Web servisi, ontoloģijas un aģentu komponentes





# Galvenais rezultāts

- Ir izstrādātas ietvara svarīgākās komponentes, kas pamatojas uz intelektuāliem aģentiem, induktīvo apmācību, semantisko tīmekli, ontoloģijām un tīmekļa servisiem

# Pētījumi, kurus būtu nepieciešams turpināt 2014.gadā

- Struktūrmodelēšanā izmantoto modeļu vizualizācijas rīka un modeļu analīzes metožu pilnveidošana
- Intelektuālas zināšanu vērtēšanas sistēmas IKAS funkcionalitātes papildināšana
- Ontoloģiju-konceptu karšu transformācijas aprobēšana reālos lietojumos
- Daudzaģentu sistēmu izstrādes metodoloģijas MASITS vispārināšana
- Semantiskā tīmekļa tehnoloģiju ieviešana vairākos tradicionālos tīmekļa risinājumos

*Paldies par uzmanību!*