

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
DATORIKAS FAKULTĀTE

**Ontoloģiju izmantošana pārvaldības  
procesu vadībā.**

*MAĢISTRA DARBS*

Autors: **Valdis Ozols**

Stud.apl.nr.: vo08018

Darba vadītājs: asoc.profesors Dr.dat. **Kārlis Čerāns**

RĪGA 2011

## ANOTĀCIJA

Procesu aprakstīšana un modelēšana pārvaldības u.c. uzdevumu risināšanai vēl aizvien ir aktuāls, it īpaši ņemot vērā nepārtraukti pieaugošās prasības pret atbalstošo sistēmu spējām pielāgoties procesu izmaiņām. Automatizēšana ir viens no galvenajiem produktivitātes celšanas līdzekļiem, attiecīgi tiek meklētas iespējas rast iespēju automatizēt arī dažādus biznesa procesu atlasīšanas, plānošanas un citus uzdevumus, kas ir saistīti ar biznesa procesu pārvaldību. Darbā tiek apskatītas ontoloģijas kā iespējamais risinājums procesu aprakstīšanas vajadzībām un problēmām, salīdzinātas apzinātās esošās pieejas un risinājumi, kā arī tiek apskatītas potenciālās tiešās procesu reprezentēšanas ontoloģiju veidā iespējas. Ir izveidots un izmēģināts ontoloģiju pielietojums risku piesaistei procesiem un tā iespējas ietekmes izvērtēšanai.

Atslēgas vārdi: ontoloģija, procesu vadība, pārvaldības procesi, pieejas, risinājumi

## ABSTRACT

Process mapping and modeling for purposes of business process management still is very challenging area due to constantly growing need for ever speeding changes and adaptations of processes and their supporting systems. Additional requirements stem from need to apply automation in process management areas which previously were exclusively for manual operations, such as querying for processes depending on their inner details or carrying out potential process change impact analysis. Work describes identified uses of ontology for purposes of process description and process management, compares existing approaches and solutions, as well as reviews possible additional uses of direct process representation approaches. Ontologies as a solution has been created and tested for support of risk impact evaluation in the process execution context.

Keywords: ontology, process management, management processes, approaches, solutions

## AUTOREFERĀTS

Šajā darbā tiek apzināta un apkopota informācijā par ontoloģiju izmantošanu procesu pārvaldībā un aprakstīšanā. Uz tā pamata tiek izveidots salīdzinājums starp apzinātajām pieejām un risinājumiem.

Atsevišķi tiek apkopota informācija par konkrētiem risinājumiem tieši pārvaldības procesu atbalstam ar ontoloģiju izmantošanu. Tiek izveidots apkopojums par pieeju izmantošanu atkarībā no jomas un citiem uzdevuma aspektiem.

Balstoties uz apzināto materiālu tiek apkopota informācija par procesu aprakstīšanas un pārvaldības problēmām, kuru risināšanā varētu tikt izmantotas ontoloģijas. No apzinātajām problēmām tiek izvēlēta tā, kas saistās ar papildus informācijas sasaisti ar procesa modeli. Kā konkrēts uzdevums tiek apskatīta iespēja izmantot ontoloģijas, lai procesa modelim piesaistītu riska informāciju ar mērķi veikt risku ietekmes noskaidrošanu.

Tiek sagatavots procesu modelis, ar publiski pieejamu rīku tiek sagatavota sākotnējā procesa ontoloģija, tiek izveidota minimāla risku ontoloģija un izstrādāta kopējā procesa risku ontoloģija. Šīs ontoloģijas tiek pārbaudītas praktiski, demonstrējot iespējas automātiski identificēt risku vadības neapvertos procesu soļus un risku potenciālo ietekmi atkarībā no procesa izpildes ceļiem.

## Saturs

TERMINI/SAĪSINĀJUMI.....	7
IEVADS.....	9
1. APSKATS PAR ONTOLOĢIJU IZMANTOŠANU PROCESU APRAKSTĪŠANAI.....	11
1.1. Procesu semantiskās reprezentēšanas risinājumi.....	11
1.1.1. Tiešās pieejas procesu reprezentēšanai ontoloģiju veidā.....	11
1.1.2. Modeļu un anotāciju izmantošana Procesu aprakstīšanai.....	16
1.1.3. Citas pieejas procesu semantiskai reprezentēšanai.....	18
1.2. Risinājumu universalitāte.....	18
1.2.1. Risinājumi un rīki.....	19
1.2.2. Lietojumi un sistēmas.....	19
1.2.3. Semantiskās platformas.....	19
1.3. Procesu aprakstīšanas ontoloģijas un to izveides metodika pieejamajos risinājumos.....	20
1.4. Apskatīto pieeju un risinājumu kopsavilkums.....	23
2. APZINĀTIE PIELIETOJUMI PĀRVALDĪBAS PROCESU VADĪBĀ.....	24
2.1. Ontoloģiju pielietošanas jomas pārvaldības procesu vadībā.....	24
2.2. Risinājumu apskats.....	37
3. APSKATĪTO RISINĀJUMU SALĪDZINĀJUMS.....	39
3.1. Salīdzinājums.....	39
3.2. Ar procesu aprakstīšanu saistītās problēmas.....	41
3.2.1. Projekta īstenošanas plānošana.....	41
3.2.2. Informācijas pieprasījuma apstrāde.....	42
3.2.3. 'Vairāklīmeņu' procesi.....	43
3.2.4. Citas procesu aprakstīšanas problēmas.....	44
3.3. Risku ietekmes identificēšana izmantojot tiešo reprezentēšanas pieeju...45	

4. REZULTĀTI UN SECINĀJUMI.....	51
4.1. Rezultāti.....	51
4.2. Secinājumi.....	51
IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI.....	53
PIELIKUMI.....	56
1.pielikums. Risku un Procesa risku ontoloģiju piemērs.....	57
2.pielikums. Procesa ontoloģijas piemērs.....	59

## TERMINI/SAĪSINĀJUMI

Termins	Skaidrojums
BPEL	angļu <i>'business process execution language'</i>
BPMN	v.2 - angļu <i>'business process model and notation'</i> , iepriekš <i>'business process modelling notation'</i>
BPMNO	specializēta BPMN modelētu procesu aprakstīšanas ontoloģija
BPMO	procesu modelēšanas ontoloģija, angļu <i>'business process modelling ontology'</i>
BPMS	procesu vadības un izpildes sistēmas, no angļu <i>'business process management systems'</i>
DL	loģikas valoda, no angļu <i>'description logic'</i>
DOLCE	viena no vispārīgajām pamata ontoloģijām
EA	Organizācijas arhitektūra
EPC	populāra procesu modelēšanas valoda/notācija, no angļu <i>'event process chain'</i>
EVO	angļu <i>'event ontology'</i>
IT Security EBK	IT drošības speciālistu kompetenču un prasmju standarts (Lielbritānija)
m3po	multi-metamodeļu procesu ontoloģija
mediatori	komponenti, kas nodrošina sadarbību starp heterogēniem resursiem, ja izmantoti tīmekļa pakalpojumu kontekstā
mērķi	konkrētie mērķi, kādus vēlas īstenot izmantojot tīmekļa pakalpes
OWL	ontoloģiju apraksta valodu saime
OWL DL	OWL pamata valoda, kas atbalsta DL loģikas valodas izteiksmes un vienlaicīgi ir apstrādājama ar esošu secinātāju palīdzību
OWL-S	tīmekļa pakalpojumu apraksta valoda (balstīta uz OWL)
PRINCE2	projektu pārvaldības standarts (Lielbritānija)

RDF	tīmekļa resursu aprakstīšanas valoda, no angļu ' <i>Resource Description Framework</i> '
SBVR	OMG standarts biznesa vārdnīcu un likumu apmaiņas atbalstam, no angļu ' <i>Semantics of Business Vocabulary and Business Rules</i> '
SPARQL	pieprasījumu valoda RDF datiem, no angļu ' <i>SPARQL Protocol and RDF Query Language</i> '
SUMO	viena no biznesa modelēšanas orientētajām pamata ontoloģijām
SWRL	likumu valoda, no angļu ' <i>semantic web rule language</i> '
UML	angļu ' <i>Unified Modeling Language</i> '
UPO	viena no procesu aprakstīšanas pamata ontoloģijām (SUPER projekts)
WfMS	angļu ' <i>workflow management systems</i> '
WSML	angļu ' <i>web service modeling language</i> '
WSMO	angļu ' <i>web service modeling ontology</i> '

## IEVADS

Pārvaldības un citu biznesa procesu vadības vajadzībām ir izstrādāts daudz un dažādas modelēšanas pieejas, valodas un tehnikas (piemēram, UML aktivitāšu diagrammas [uml], BPMN [bpmn]). Tajā pašā šo risinājumu iespējas un ierobežojumus, kā arī īpaši to savstarpējās sadarbības noteica konkrētu, vairāk uz izpildi orientētu uzdevumu prasības, kas attiecīgi ierobežo pielietojamību aplūkojot vispārīgu procesu vadību kā tādu. Semantiskās tehnoloģijas, kas balstītas uz RDF [rdf] un OWL [owl2] valodām un to atbalsta rīkiem piedāvā jaunu un perspektīvu veidu zināšanu par sarežģītiem priekšmeta apgabaliem attēlošanai, līdz ar to dabiski ir mēģinājumi šīs tehnoloģijas izmantot arī procesu pārvaldības sistēmu risinājumiem.

Viena no būtiskajām semantiskā tīmekļa tehnoloģijām, ontoloģijas, dod jaunas iespējas gan procesu aprakstīšanā, gan vadībā, gan it īpaši dažādās pieejās modelētu procesu saskaņošanā un salīdzināšanā pārvaldības uzdevumu risināšanai. Pasaulē šobrīd ir izveidotas atsevišķas pieejas semantisko tehnoloģiju lietojumi procesu pārvaldības sistēmu aprakstam (skat. piemēram [BPMO, OIEBP]), tomēr to brieduma pakāpe un pārbaude uz praktiskiem piemēriem vēl neļauj teikt, ka šī problēma ir pilnībā atrisināta.

Maģistra darbā tiek apskatīta ontoloģiju izmantošana procesu aprakstīšanā un vadībā ar mērķi apkopot informāciju par aktuālajām pieejām un problēmām, identificēt praktiski risināmo problēmu, kā arī izveidot izmēģinājuma risinājumu atbilstoši apzinātajām pieejām.

Izvēlētā pieeja ir sekojoša:

- apzināt un apkopot vispārīgās pieejas un risinājumus biznesa procesu pārvaldībai izmantojot ontoloģijas;
- apzināt un apkopot risinājumus specifiski pārvaldības procesu vadībā izmantojot ontoloģijas;
- salīdzināt apzinātās risinājumus tālāko uzdevumu kontekstā, identificēt aktuālās problēmas;
- praktiski aprobēt vienas problēmas iespējamo risinājumu, izmantojot kādu no apzinātajām pieejām.

Praktiskai aprobēšanai ir izvēlēts sagatavot uz ontoloģiju izveidi un izmantošanu balstītu risinājumu procesu risku informācijas sasaistei un attiecīgās procesu risku informācijas noskaidrošanai.

Darbs struktūra veidota atbilstoši izvēlētajai pieejai:

- 1.nodaļā tiek apskatīta metodika;
- 2.nodaļā tiek apskatīti vispārīgie risinājumi un pieejas;
- 3.nodaļā tiek apskatīti ontoloģiju pielietojumi risinājumos konkrētu pārvaldības procesu jomās;
- 4.nodaļā ir apkopotas problēmas un pieeja darba praktiskai daļai, kā arī ir aprakstīts pats praktiskais risinājums.
- 5.nodaļā ir apkopoti iegūtie rezultāti un secinājumi.
- Pielikumos ir atsevišķi pievienoti autora izveidoto ontoloģiju teksti (1.pielikums) un ģenerētās sākotnējās procesa ontoloģijas teksts (2.pielikums).

# 1. APSKATS PAR ONTOLOĢIJU IZMANTOŠANU PROCESU APRAKSTĪŠANAI

Viens no pamatnosacījumiem pilnvērtīgas procesu pārvaldības īstenošanai ir iespējamība biznesa procesu analīzes un projektēšanas rezultātā iegūto aprakstu automatizētas apstrādes iespējas, respektīvi iespēju atlasīt procesus pēc noteiktiem kritērijiem, izvērtēt procesu izmaiņu ietekmes, pārveidot/salāgot procesa modeļus, kas sagatavoti dažādos līmeņos un tehnikās. Ontoloģijas ir viens no iespējamajiem risinājumiem šo uzdevumu kontekstā.

Apzinātais materiāls tiek apskatīts sekojošos griezumos:

1. Procesu semantiskās reprezentēšanas risinājums;
2. Risinājuma universalitāte;
3. Procesu aprakstīšanas ontoloģijas un to izveides metodika pieejamajos risinājumos;
4. Apzinātie tehniskie resursi un to aktualitāte.

## **1.1. Procesu semantiskās reprezentēšanas risinājumi**

Vispirms tiek apskatītas vispārīgās pieejas procesu aprakstīšanai ar ontoloģiju palīdzību. Izvēlēts sekojošs iedalījums apzinātajām pieejām:

- Tiešās pieejas (procesu aprakstīšana neatkarīgu ontoloģiju veidā);
- Klasisko procesu modeļu (piemēram, darbplūsmas un BPMN) un pamata jeb t.s. 'augšējo' ontoloģiju izmantošana;
- Citas pieejas procesu semantiskai reprezentēšanai (piemēram, anotācijas ar atbalstu semantiskai apstrādei).

### ***1.1.1. Tiešās pieejas procesu reprezentēšanai ontoloģiju veidā***

Tiešo pieeju gadījumā procesu aprakstu transformēšana par ontoloģija tiek veikta bez vispārīga procesu modeļa izmantošanas, kā arī bez vispārīgo un speciālo pamata ontoloģiju izmantošanas. Šādā gadījumā atkarībā no procesu apraksta veida un formāta tiek veidots specifisks transformēšanas risinājums, kurš pēc būtības katram mērķa ontoloģijā

iekļaujamojam elementam piekārto tā attiecīgo reprezentāciju. Tādā veidā iespējams atkarībā no uzdevuma ierobežojumiem iegūt pēc vajadzības vienkāršu un viegli pārskatāmu procesu attēlojumu ontoloģijas veidā, izslēdzot nevajadzīgās sākotnējā modeļa un/vai procesu detaļas.

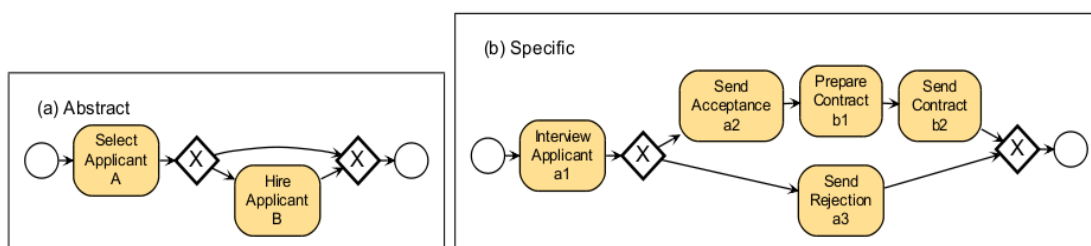
Apzinātajos risinājumos, autoraprāt, ir identificējamas trīs atšķirīgas pieejas tiešajai procesu reprezentēšanai:

- (1) Kā ontoloģija tiek reprezentēts tikai kāds noteikts procesa aspekts vai griezumam, kurš ir piemērots konkrētā uzdevuma risināšanai, bet neapraksta procesu vai tā vispārīgo modeli kopumā;
- (2) Tiek veidota tāda procesa reprezentācija ontoloģijas veidā, kura atbilst uzdevuma ietvaros jau pieejamam, specifiskam un parasti vispārīgai izmantošanai nepiemērotam procesa modelim;
- (3) Procesi tiek reprezentēti ontoloģijas veidā, izmantojot iespēju modelēt gan procesu kopumā, gan tā elementus kā ontoloģiju DL valodā izveidotas izteiksmes, tādējādi iegūstot plašākas iespējas iegūt informāciju un pārbaudīt procesu modeļu pareizību izmantojot automatizēto secinātāju un DL pieprasījumu valodas iespējas.

Pirmās pieejas piemērs ir atrodams [VPRwO], kur ir aprakstīta ontoloģiju izmantošana biznesa procesu detalizēšanas kontroles vajadzībām, konkrētāk tā saucamā procesu precizēšanas (angļu '*refinement*') korektuma validēšanas iespēja.

Tiek izdalītas divu veidu detalizēšanas – horizontālā un vertikālā.

Piemērs horizontālai detalizēšanai no [VPRwO] :



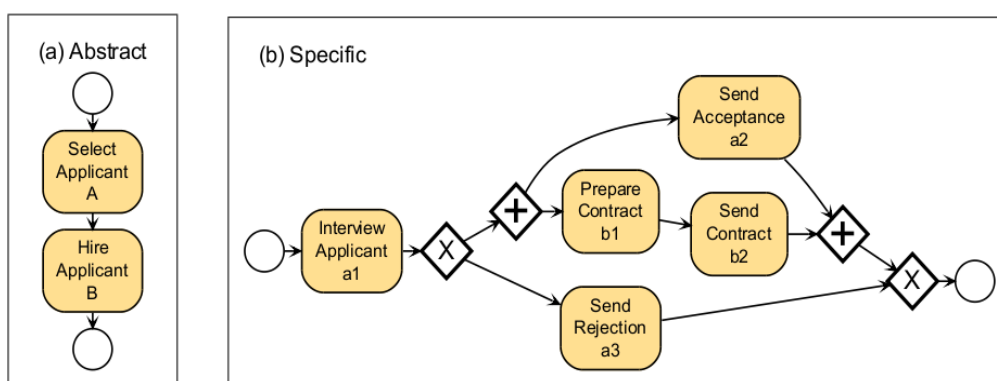
### 1.1. att. Korekta horizontālā detalizācija

Ar horizontālo detalizēšanu šajā gadījumā tiek saprasta pāreja no abstraktāka procesu modeļa uz specifiskāku, savukārt ar vertikālo detalizēšanu tiek saprasta pāreja no principiālā programmatūras komponentes izpildes modeļa uz specifisko procesu modeli. Ja procesu detalizēšana netiek veikta strikti apskatot katra procesa soļa detalizāciju atsevišķi, bet gan detalizējot uzreiz vairākus procesa soļus lielāka procesa ietvaros, tad sasaiste starp abstrakto un specifisko procesu modeļiem kļūst necaurskatāma. Šādas pieejas gadījumā ir noderīgi

izmantojot papildus validēšanas līdzekļus, kuri noteiktu vai specifiskā procesa modelis atbilst arī abstraktā modeļa uzliktajiem ierobežojumiem.

Procesa detalizācija tiek apskatīta no izpildes kopu semantikas viedokļa, tiek fiksētas saites uz un no aktivitātēm, attiecīgi procesu abstraktais un specifiskais modelis tiek transformēti par ontoloģijām, kuras dod iespēju reducēt procesu soļu izpildes secības ierobežojumu pārbaudi uz attiecīgo saišu veidoto ierobežoto kopu tā saucamo '*subsumption checking*'. Faktiski tas nozīmē, ka gala ontoloģiju apstrādājot ar secinātāju automātiski tiks pārbaudīti iekļautajiem jēdzieniem uzliktie ierobežojumi un tiks noteikts vai un kuri procesa soļi specifiskajā modelī varētu būt pārkāpuši abstraktā procesa uzliktos ierobežojumus.

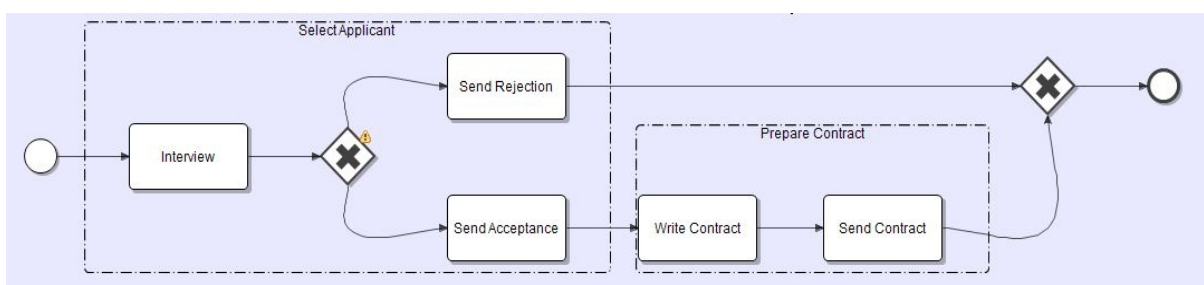
Attiecīgi otrs piemērs horizontālai detalizēšanai no [VPRwO] :



1.2. att. Nekorekta horizontālā detalizācija

Šis [VPRwO] aprakstītais risinājums darbojas ar BPMN apakškopu.

Viens šīs aprakstītās pieejas praktisks īstenojums modelēšanai divos līmeņos izmantojot *Eclipse*-s rīku *BPMN modeler* ir aprakstīts [twouse], kur ir norādes arī paša rīka (spraudnis) ieguvei un izmantošanai. Šajā gadījumā arī tiek apskatīts atbalsts BPMN apakškopai, risinājums prasa, lai specifiskajā modelī attiecīgie elementi, kas veido kāda abstraktā procesa soļa detalizāciju, tiktu iekļauti grupā ar tādu pašu nosaukumu, kāds ir minētajam abstraktā procesa solim. Piemērs procesa detalizācijai ar attiecīgo [twouse] un *BPMN Modeler* rīkiem:



1.3. att. Procesu BPMN modeļa detalizācija

Veicot apstrādi rīks izveido attiecīgās ontoloģijas abstraktajam un specifiskajam procesiem, pie tam specifiskā procesa ontoloģijā ir ņemti vērā arī abstraktā procesa uzliktie ierobežojumi. Attiecīgi noslēgumā specifiskā procesa ontoloģija ir jāapstrādā ar secinātāju pārbaudes veikšanai. Pēc pārbaudes detalizētā procesa soļi, kuri pārkāps abstraktā procesa soļiem noteikto izpildes secību, tiks klasificēti kā piederīgi tieši šim nolūkam atsevišķi izdalītā ontoloģijas klasē.

Procesa modelis ontoloģijā šajā gadījumā tiek veidots vienkārši pakārtojot detalizētās aktivitātes attiecīgajiem abstraktā procesa soļiem, kā arī tiek fiksētas soļu savstarpējas saistības izmantojot attiecīgās lomas jeb objektu atribūtus 'no' un 'uz'. Realizācijas piemērs ir apskatāms [twouse] un arī 3.nodaļas 3.3 apakšnodaļā.

Otrā pieeja bieži ir sastopama lielākajā daļā darbu, kuros ir nepieciešama biznesa procesus aprakstoša ontoloģija konkrētu pārvaldības vai funkcionālo uzdevumu risināšanai. Piemēram, [PMPO, POOBKM, BCOfEP, AoBEA] procesu atspoguļojums ontoloģijā atbilst konkrētajā uzdevumā pieejamam specifiskam procesu modelim.

Tā kā šajā gadījumā sākotnējie procesu modeļi ir veidoti atšķirīgās pieejās, bieži vien bez stingra formāla ietvara, tad arī iegūto ontoloģiju starpā ir novērojamas atšķirības pamata jēdzienos, to lietojumos un apraksta iespēju ziņā. Sīkāk ar šajās pieejas veidotām ontoloģijām procesu modelēšanas vajadzībām var iepazīties šī darba 3.nodaļas apakšnodaļā 3.1. 'Ontoloģiju pielietošanas jomas pārvaldības procesu vadībā'.

Trešā, krietni formālākā tiešā pieeja tiek apskatīta [MQP4PR], kur tiek aprakstītas izpētītās iespējas ar procesu ontoloģijas izveides palīdzību risināt dažādus procesu atlases uzdevumus.

Darbā [MQP4PR] tiek risināti divi uzdevumi:

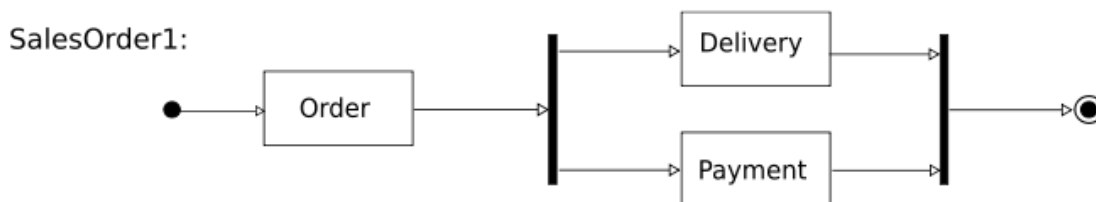
- procesa vadības plūsmu reprezentēšana ontoloģijas veidā tiešā veidā modelējot hierarhiskās un secību saites starp aktivitātēm;
- tiek identificēti potenciālie atlases pieprasījumi un prasības pret secinātāju izmantošanu, lai uzzinātu procesus ar noteiktām vadības plūsmas īpašībām.

Izvēlēta pieeja dod iespēju gan atlasīt procesus atkarībā no izpildes plūsmas nosacījumiem, gan modalitātes, gan arī no procesu un to aktivitāšu specializācijas. Papildus [MQP4PR] ietver arī sistematizētu apskatu par pieprasījumu veidiem jeb paraugiem, kādi ir identificēti, lai īstenotu visus plānotos jautājumus:

- pieprasījumi, kas balstīti uz izpildes secību;

- pieprasījumi, kas balstīti uz procesu terminoloģijas
- pieprasījumi, kas balstīti uz procesu modalitāti.

Ontoloģijas izveides nolūkos tiek apskatīti virkne reprezentatīvu procesu modeļu UML aktivitāšu diagrammu pierakstā:



1.4. att. Transformējamā procesa piemērs

Procesu modeļi [MQP4PR] tiek transformēti par DL jēdzieniem un lomām atbilstoši izveidotajiem transformācijas likumiem:

1.1. tabula

Izvilums no transformēšanas likumiem

Procesa modeļa jēdziens	DL izteiksme
Sākums	$Start_i$
Beigas	$End_i$
Aktivitāte $A$	$A$
Plūsma	$TO_i$
Process $P$ ar aktivitāti $A$	$P \equiv Start_i \cap \exists_{=1} TO_i. (A \cap \exists_{=1} TO_i. End_i)$
Plūsma no $A$ uz $B$	$A \cap \exists_{=1} TO_i. B$
Lēmums $A \rightarrow (B \text{ vai } C) \rightarrow D$	$A \cap \exists_{=1} TO_i. ((B \cup C) \cap \exists_{=1} TO_i. D)$

Gala rezultātā [MQP4PR] tiek iegūts modelis, no kura ar attiecīgajiem DL pieprasījumiem ir iespējams iegūt atbildes uz, piemēram, šādiem jautājumiem:

- Kuri procesi nodrošina iespēju saņemt precī pirms ir veikta apmaksā?
- Kuros procesos ir iespēja norēķināties arī skaidrā naudā?
- Kuri procesu izpildījumi atbilst procesiem P1 un P2?

Pēc vajadzības rezultējošā ontoloģija tiek papildināta ar nepieciešamām modeļa aksiomām un domēna zināšanu aksiomām:

1.2. tabula

**Izvilikums no papildus aksiomām un procesu aprakstiem**

Sākotnējie elementi	DL izteiksme
Modeļa aksiomu piemērs	
<i>Apstāja</i> nav sekotāju	$Stalled \cap \exists TO. Activity \subseteq \perp$
Procesa piemērs	
<i>SalesOrder1</i> (skatīt diagrammu attēlā 1.4)	$SalesOrder1 \equiv Start_1 \cap \exists TO_1. (Order \cap \exists TO_1. (Delivery \cap \exists TO_1. End_1) \cap \exists TO_1. (Payment \cap \exists TO_1. End_1))$
Domēna aksiomu piemērs	
<i>Samaksa skaidrā naudā</i> ir <i>Maksājums</i>	$CashPayment \subseteq Payment$

**1.1.2. Modeļu un anotāciju izmantošana Procesu aprakstīšanai**

**1.1.2.1. BPMN balstītās ontoloģijas**

Darbā [SaBPMo] autori ir aprakstījuši BPMN ontoloģijas [BPMNO] izmantošanu balstītu uz BPMN versijas 1.1 pamata. Šajā risinājumā procesu modeļi BPMN diagrammu veidā tiek papildināti ar semantiskajām anotācijām, kā arī tiek piedāvāts rīks, kurš balstoties uz BPMNO ontoloģiju un anotēto procesu modeli ģenerē attiecīgo konkrētā procesa ontoloģiju tālākai apstrādei.

Detalizēti autoru izmantotā pieeja BPMN elementu formalizēšanai BPMNO ontoloģijas veidā ir aprakstīta [BPMNO-DL].

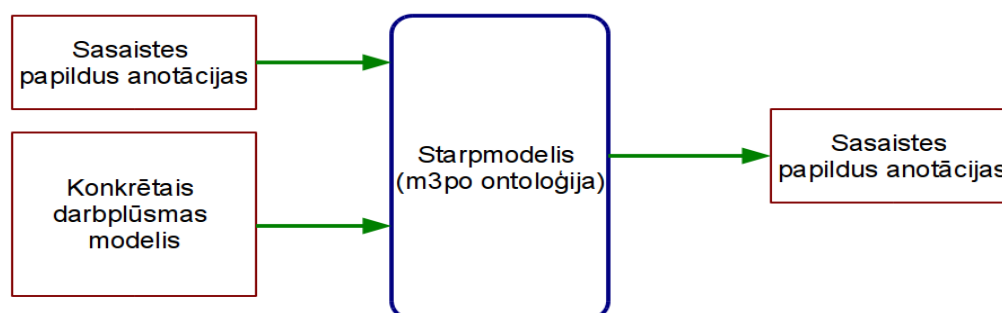
Otrs BPMN risinājuma piemērs ir atrodams darbā [super-onto], kur uz semantiskās platformas ietvaros izstrādātu speciālo ontoloģiju pamata tiek pievienotas konkrētās procesu modelēšanas tehnikas atbalstošas papildus ontoloģijas, tai skaitā arī sBPMN.

### 1.1.2.2. Darbplūsmu modeļos balstītas ontoloģijas

Darbā [OIEBP] ir aprakstīts vēl viens risinājums procesu aprakstīšanas ontoloģijas, *m3po*, izveidē, kurā ir izmantota tā saucamā multi-metamodeļu pieeja. Šajā variantā tiek mēģināts nodrošināt patvaļīga darbplūsmas modeļa aprakstīšanu, tādējādi ļaujot modeli balstīt uz un papildināt ar dažādās pieejās un valodās modelētiem darbplūsmu vadības risinājumiem.

Risinājums paredz:

- pirmkārt, avota darbplūsmas platformas modeli sasaistīt ar un pēc tam pārnest uz attiecīgo starpmodeli, kurš balstīts *m3po* ontoloģijā;
- otrkārt, atbilstoši uzdevuma vajadzībām anotēt un papildināt iegūto starp-modeli (faktiski *m3po* ontoloģiju) ar nepieciešamajiem horeogrāfijas jēdzieniem, kā arī norādīt uzdevumu (angļu 'tasks') redzamību konkrētām sadarbības lomām;
- treškārt, iegūto paplašināto darbplūsmu starpmodeli attiecīgi sasaista ar mērķa horeogrāfijas risinājumu, atkal balstoties uz *m3po* ontoloģiju.



1.5. att. *m3po* pieeja (shematisks attēlojums)

Pēc minēto darbību īstenošanas starp-modelis ir izmantojams, lai ar automātisku pieprasījumu palīdzību iegūtu pilnu procesu/pakalpojuma horeogrāfijas informāciju par pašā darbplūsmu platformā esošajiem procesiem.

Šajā risinājumā tiek atbalstīta iespēja aprakstīt procesa uzdevumu redzamību atkarībā no konkrētās izmantotās sadarbības lomas, kas nodrošina iespēju iegūt dažādas pamata modeļa reprezentācijas. Modelēšana šajā gadījumā ir balstīta uz galvenajiem darbplūsmu aspektiem, katrā no tiem iestrādājot visizvērstāko zināmo bāzes modeli. Galvenais pieņēmums šajā risinājumā ir tāds, ka visizvērstāko modeļu iestrādāšana nodrošinās ontoloģijas aptvēruma

plašumu, kas ļaus darboties ar jebkuru šobrīd zināmo darbplūsmu modeli un iegūt no tās jebkuru vajadzīgo horeogrāfijas saskarni.

Tehniski risinājums ir veidots WSML valodā, kas deva iespēju aprakstīt procesa jēdzienus formalizēti un konkrēti. Pārbaudei tika izveidota sasaiste ar IBM Websphere MQ Workflow platformu un horeogrāfijas apraksta valodu Abstract BPEL.

Galvenais ieguvums no šīs pieejas ir iespēja pēc vajadzības atbalstīt konkrētas valodas vai risinājuma modeļus balstoties uz to sasaistīšanu ar vienu starpmodeli, kas ļauj efektīvāk risināt darbplūsmu integrēšanas un horeogrāfijas interfeisu noskaidrošanas/iegūšanas uzdevumus.

### ***1.1.3. Citas pieejas procesu semantiskai reprezentēšanai***

Apskatītajos darbos ir identificētas sekojošas citas pieejas procesu semantiskai reprezentēšanai:

- esošs procesu modelis tiek papildināts ar tā saucamajām semantiskajām anotācijām un tām nepieciešamajām ontoloģijām, bet netiek veidota pilna procesa modeļa reprezentācija ontoloģijas veidā;
- zināšanu vadības un izplatīšanas jomās tiek izmantoti tā saucamie semantiskie Wiki un citi publicēšanas/sadarbības risinājumi, kas dod iespēju veikt procesu aprakstu apstrādi ar semantiskajām tehnoloģijām, arī neveidojot pilna procesa modeļa reprezentāciju ontoloģijas veidā.

Tā kā šīs pieejas ir ārpus darba aptvēruma, tad tās netiek šeit sīkāk apskatītas.

## **1.2. Risinājumu universalitāte**

Risinājumu aptvēruma dimensijā “uzdevuma risinājums – semantiskā platforma”: Tālāk tiek apskatīts apzinātajos materiālos aprakstīto jaunradīto vai uzlaboto risinājumu mēroga dimensijā “atsevišķs risinājums” – “semantiskā platforma”. Izvēlēts sekojošs iedalījums:

- Uzdevumu risinājums;
- Rīks;
- Sistēma;

- Gatavs lietojums;
- Semantiskās platformas.

Papildus jāņem vērā arī risinājumu ietvaros radītās ontoloģijas un valodas.

### ***1.2.1. Risinājumi un rīki***

Virkne darbu apraksta risinājumus konkrētiem uzdevumiem (piemēram, [MQP4PR]). No tiem tikai daļa ir realizēta un ir publiski pieejama arī atkal-izmantojamu rīku veidā (piemēram, [VPRwO, twouse]).

### ***1.2.2. Lietojumi un sistēmas***

Daļā darbu kā viens no rezultātiem parādās arī pilnvērtīgi lietojumi un sistēmas, kuras ir domātas darbos aprakstīto uzdevumu risināšanai, un kuras ir publiski pieejamas.

Piemēram, darbā [SBPMEnv] ir aprakstīta BPMO ontoloģijas pilnam atbalstam domāta semantiskās biznesa procesu pārvaldības izstrādes vide, kura nodrošina sekojošo:

- biznesa procesu modelēšanu vairākās klasiskās notācijās (BPMN, EPC);
- atbalsta izmantoto ontoloģiju (UPO, BPMO) jēdzienu izmantošanu procesu modelēšanai;
- papildus ietver ontoloģizētas BPMN, EPC un WS-BPEL apakškopas sBPMN, sEPC un sBPEL. sBPEL ir papildināts ar WSMO paplašinājumiem, kas atbalsta tīmekļa servisu mērķu, mediatoru un izpildes aspektus.

### ***1.2.3. Semantiskās platformas***

Atsevišķi jāizdala darbi, kuri ir veikti lielu projektu kontekstā ar mērķi radīt tā saucamās semantiskās platformas. Piemērs, šādiem darbiem būtu [super-onto], kas ir izstrādāts projekta SUPER ietvaros, kur starp darba rezultātiem ir atrodams gan pilns semantiskās BPP risinājums salāgotu lietojumu un sistēmu veidā, gan arī ir izveidoti arī savi semantiskie resursi (specializētās ontoloģijas, parasti arī papildus valodas un metodiskie materiāli).

### 1.3. Procesu aprakstīšanas ontoloģijas un to izveides metodika pieejamajos risinājumos

Tiek apskatītas apzinātās vispārīgās pieejas ontoloģiju izveidē.

Darbā [COBRA] ir aprakstīta Eiropas projekta SUPER ietvaros izveidotā procesu aprakstīšanas pamata ontoloģija, kura ir balstīta uz tā saucamo laika ontoloģiju (angļu "*Time Ontology*"). Par aprakstīšanas pamatelementiem šajā ontoloģijā izmanto biznesa procesu analīzē tipiski lietojamus aspektus:

1. procesus;
2. resursus;
3. objektus.

Papildus šī pamata ontoloģija ir tikusi paplašināta ar notikumu un notikumu analīzes ontoloģijām (angļu "*Events ontology*").

Visas saistītās ontoloģijas ir atrodamas vietnē [cobra]. Galvenais ieguvums no šīs ontoloģijas izmantošanas ir iespēja praktiski sasaistīt zema līmeņa procesu monitoringu ar augsta līmeņa biznesa procesu informāciju.

Darbā [SWIntO] tiek apskatīta DOLCE un SUMO izmantošana vēl vienas virsējās pamata ontoloģijas izveide, kura ir orientēta uz biznesa modelēšanu. Šajā darbā var iepazīties ar vispārīgu pamata ontoloģiju izveides pieredzi, kā arī iespējamo pamatojumu pamata ontoloģijas izvēlei un/vai modificēšanai.

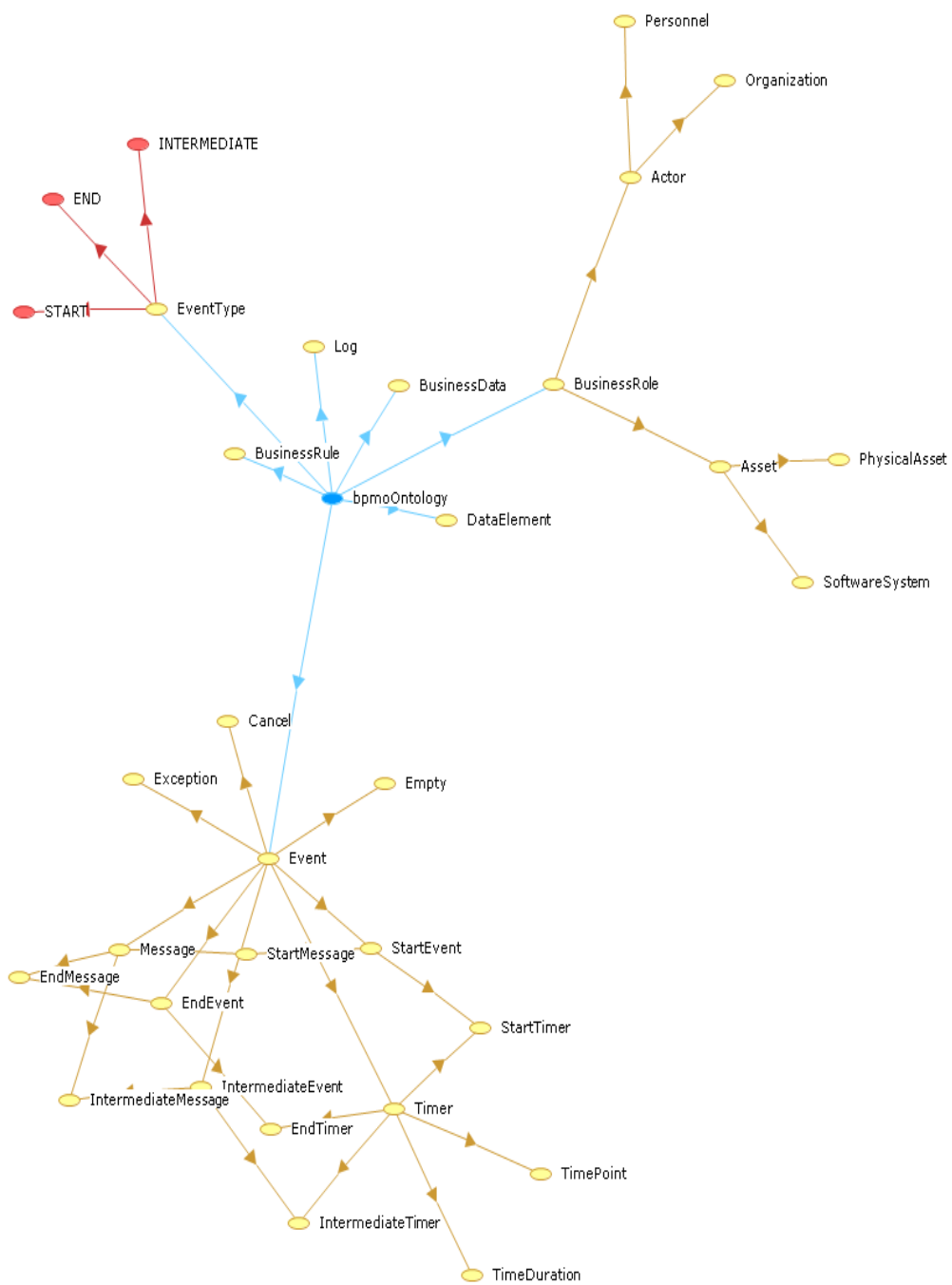
Darbā [OBBPD] tiek aprakstīta pieeja BP aprakstīšanas pieeja, kas balstīta uz Petri tīklu modeļiem, kuri papildināti ar semantisko informāciju un attiecīgo ontoloģiju.

Darbā [BPMO] ir aprakstīta Eiropas projekta SemBiz ietvaros izveidotā procesu modelēšanas un pārvaldības vajadzībām domāta ontoloģija, kura ir balstīta uz praksē pārbaudītu tīmekļa pakalpju modelēšanas ontoloģiju WSMO.

Par aprakstīšanas pamatelementiem šajā ontoloģijā izmanto uz WSMO attiecīgajām komponentēm balstītus elementus, kuri ir definēti atbilstoši biznesa procesu definēšanas specifikai:

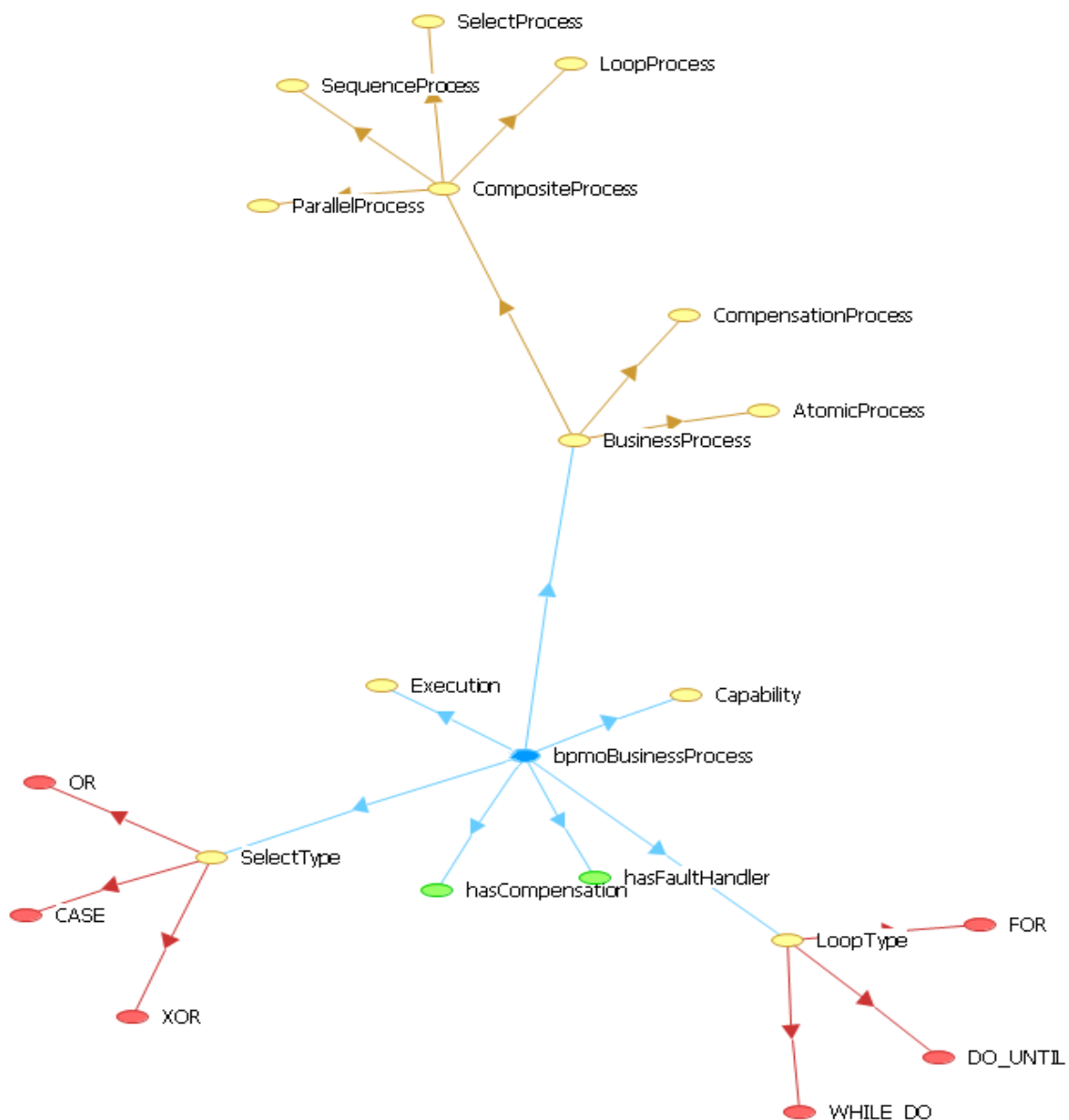
1. ontoloģijas;
2. biznesa procesus;
3. mērķus (angļu "*goal*") ;
4. mediatorus.

[BPMO] atrodamā pamata ontoloģija izskatās šādi:



1.6. att. BPMO ontoloģija

Savukārt procesa apraksts [BPMO] ir šāds:



1.7. att. BPMO biznesa procesa apraksts

Darbā [OFSBPM] aprakstīts ontoloģiju ietvars priekš SBPM (semantiskā biznesa procesu vadība), kurš ir izmantots par pamatu vienas no semantisko platformu, SUPER, izveidei.

Ņemot vērā to, ka šis ir viens no nesējajiem lielajiem projektiem, kurš ietvēris gan ontoloģiju izstrādi, gan integrēšanu ar starp-programmatūru, gan semantisku izstrādes rīku izveidi, gan arī lielā mērā ir risinājis biznesa procesu vadības un modelēšanas jautājumus, tad tiek iekļauts izvērstāks apraksts par SBPM sākotnējām nostādņām SUPER projektā.

Galvenās problēmas:

- Neiespējamība automatizēti īstenot divvirzienu informācijas pārneši starp procesu reprezentāciju dažādos apraksta līmeņos;
- Neviendabīga procesu reprezentācija semantikas aspektā;
- Dažādi modelēšanas formālismi bez savstarpējas sasaistes;
- Koncentrēšanās uz vadības plūsmu aspektu ar ierobežotu izteiksmību.

SBPM pieeja:

- no semantiskā tīmekļa pakalpojumu ietvariem, ontoloģiju infrastruktūras un BPM metodikām un rīkiem, konkrētāk ARIS, izveidot vienu konsolidētu tehnoloģiju;
- gan biznesa, gan sistēmu perspektīvu reprezentēt tādējādi, ka informācijas pārnese starp tām ir iespējama ar automatizētas secināšanas palīdzību;
- nodrošināt savietojamību ar eksistējošiem rīkiem un standartiem (piemēram, BPEL un EPC).

## 1.4. Apskatīto pieeju un risinājumu kopsavilkums

1.3.tabula.

Apskatīto risinājumu un pieeju kopsavilkums

<b>Risinājumi</b>	<b>Uzdevumu risinājumi un Rīki</b>	<b>Semantiskie lietojumi un Sistēmas</b>	<b>Semantiskās platformas</b>
<b>Pieejas</b>			
Tiešās pieejas	Parasti tiek izmantotas, jo var ļoti vienkārši modificēt un papildināt	Var tikt izmantots	Parasti netiek izmantotas
Formālos modeļos balstītajās pieejas	Parasti neizmanto, izņemot gadījumus, kuros risinājums ir saistīts ar sadarbību ar formālo modeli izmantojošu komponenti	Galvenokārt tiek izmantots, jo šie lietojumi tipiski ir domāti specifisku formālo tehniku atbalstam	Izmanto
Citas pieejas	Nav identificētas	Var tikt izmantots	Nav identificētas

## 2. APZINĀTIE PIELIETOJUMI PĀRVALDĪBAS PROCESU VADĪBĀ

Tiek apskatīti apzinātajos materiālos aprakstītie pielietojumi tieši pārvaldības procesu jomā. Izvēlēts sekojošs iedalījums informācijas apkopošanai:

- Konkrētie pielietojumi aptvertajās jomās;
- Risinājuma briedums (ideju pārbaude, prototips vai lietojums);
- Izmantotās pieejas.

Ir identificēti konkrēti ontoloģiju pielietojumi sekojošās pārvaldības procesu vadības jomās:

- atbilstības (angļu '*compliance*') vadība;
- risku vadība;
- projektu pārvaldība;
- kvalitātes nodrošināšana;
- rezultativitātes un kompetenču novērošana (angļu '*monitoring*');
- zināšanu vadība.

### 2.1. Ontoloģiju pielietošanas jomas pārvaldības procesu vadībā

Darbā [SFfCM] tiek piedāvāts risinājums atbilstības pārvaldības jomā – semantiskais ietvars atbilstības vadībai BPM kontekstā.

Uzdevums:

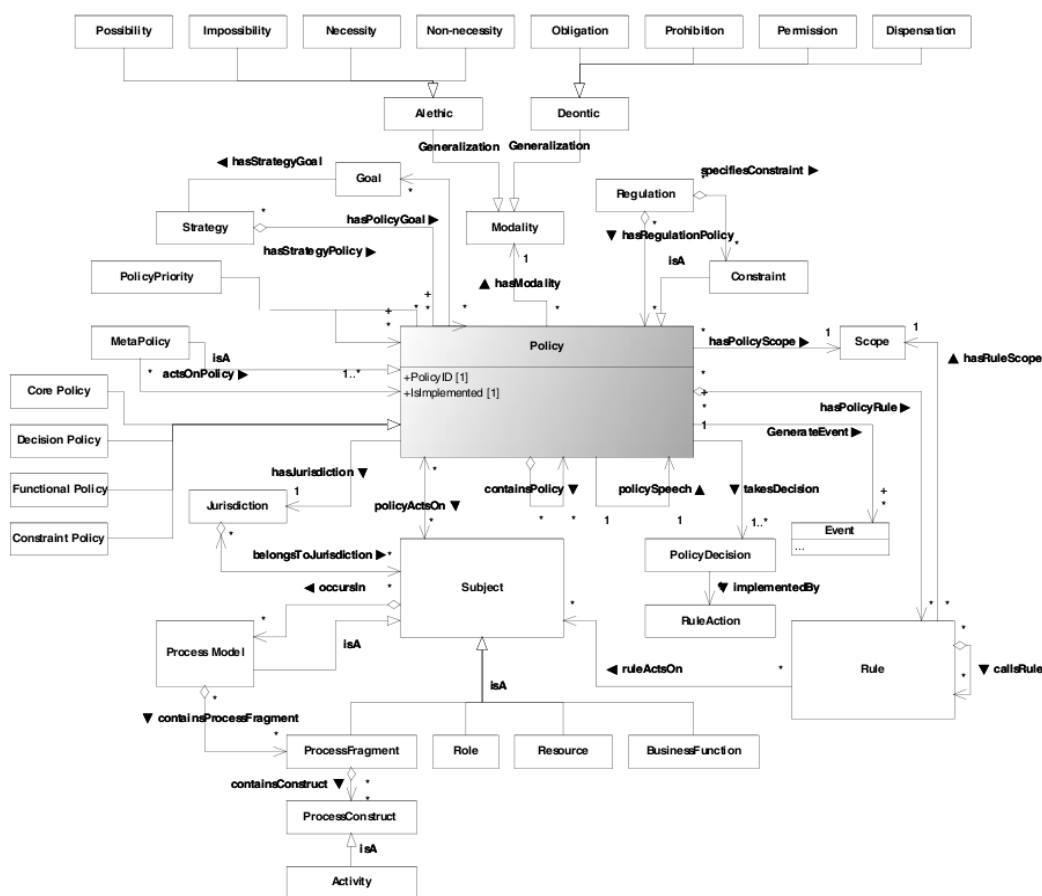
- Joma – atbilstība normatīvajām prasībām, pašu stratēģijai, politikām un noteikumiem;
- Ieguvumi – modelējama, kontrolējama un pārbaudāma atbilstības vadība.

Pieeja:

- Izmanto politikas un likumus;
- Ontoloģiju komplekts (SUPER BPM ontoloģijas) papildināts ar politiku un likumu atbalstu atsevišķu ontoloģiju veidā;
- Ontoloģiju aprakstīšanai tiek izmantota WSML-Flight variants;

- SUPER platformā ir paredzēti ieviest komponenti - atbilstības pārbaudes mašīnu CCE (angļu 'compliance checking engine')

Politiku reprezentācijas ontoloģija atbilstoši [SFfCM]:



2.1. att. Politiku ontoloģija

Mērķis:

- Iegūt pilnu risinājumu atbilstības vadības nodrošināšanai semantiskās platformas SUPER ietvaros;
- Konkrētajā darbā – ieskicēt risinājuma vispārīgo arhitektūru un izveidot vajadzīgās ontoloģijas, kā arī teorētiski apbēt to lietojamību izvēlēto uzdevumu risināšanai.

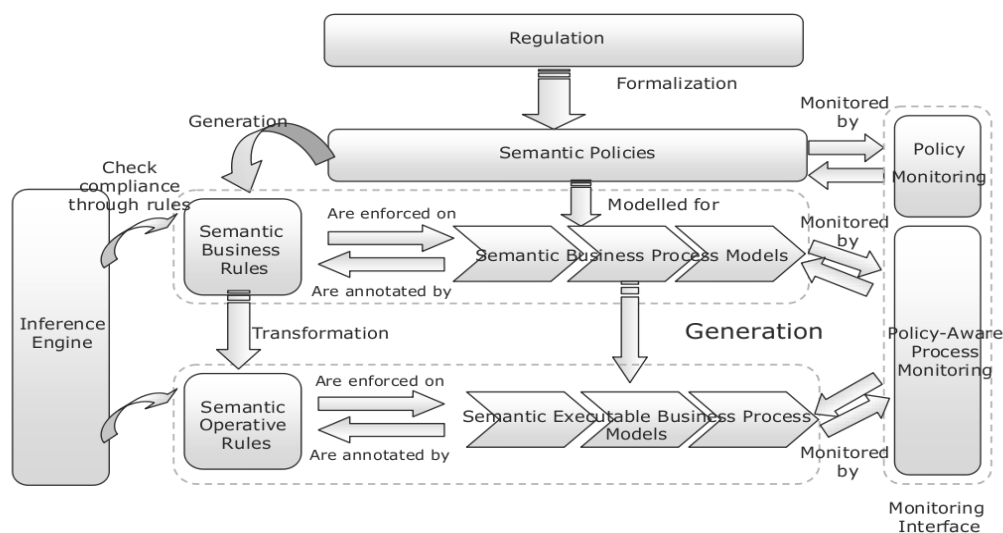
Iemesli:

- Atbilstības vadība kļūst aizvien darbietilpīgāka un no otras puses arī aizvien kritiskāka – attiecīgi tās automatizācija ir būtisks ieguldījums procesu centriska uzņēmuma attīstīšanā;
- nepieciešams risinājums, kas ļautu pēc vajadzības apslēpt biznesa procesu detaļas, risinot atbilstības vadības uzdevumus.

Risinājums:

- Deklaratīvs politiku un likumu modelis, aprakstīts ontoloģiju veidā izmantojot WSML;
- Sākotnējais arhitektūras risinājums balstoties uz SUPER semantiskās platformas pamatiem.

Atbilstoši [SFfCM] arhitektūra ir sekojoša:



2.2. att. Atbilstības ietvara augsta līmeņa arhitektūra

Rezultāts:

- Izveidotas politiku un likumu ontoloģijas;
- Ontoloģijas validētas pārbaudot to spēju sniegt atbildes uz iepriekš identificētajiem kompetences jautājumiem.

Resursi:

- Ontoloģiju (*bro* un *bpo*) aktuālās versijas un citi saistītie resursi ir pieejamas SUPER projektā [super-onto].

Darbā [OBRC] tiek apskatīts risinājums atbilstības pārvaldības jomā attiecība uz Risku vadību Incidentu Pārvaldībā. Pašas Risku ontoloģijas apraksts avotā nav pietiekami detalizēts un pilnīgs, lai varētu reproducēt tās struktūru.

Darbā [OBRC] ir aprakstīta ontoloģijas izmantošana risku pārvaldības procesu aprakstīšanas vajadzībām. Praktiski ir tikušas izveidotas ontoloģijas balstoties uz ISO/IEC 27001 drošības standartu un ISO 31000 risku vadības standartu, kā arī uz pieejamām valsts līmeņa ievainojamību datubāzēm.

Izmantotā pieeja varētu ļaut automatizēt daļu no aktivitātēm, kuras ir veicamas, lai organizācija iegūtu un uzturētu attiecīgos drošības sertifikātus.

Uzdevums:

- Joma – risku vadība drošības incidentu pārvaldības kontekstā;
- Ieguvums – sākotnējā risku ontoloģija un tās sasaiste ar citām drošības jomas ontoloģijām kā viens no starprezultātiem veidojot uz ontoloģiju izmantošanu balstītu drošības pārvaldības sistēmu.

Pieeja:

- Drošības standartu ISO/IEC 27001, IT Security EBK (Essential Body of Knowledge, Lielbritānijas standarts drošības speciālistu zināšanām un prasmēm), ISO 31000 ( risku vadība ) un attiecīgo kontroļu sasaiste (angļu *'mapping'*) ar iekšējo drošības ontoloģiju.
- Netiek izmantotas pamata ontoloģijas.
- Papildus informācija tiek iegūta no ārējām, publiski pieejamām ievainojamību un līdzīgām datu ontoloģijām.

Mērķis:

- Ērtāka un plašāka drošības zināšanu izmantošana, zināšanu pieejamība vismaz daļēji automatizētai sadarbībai, informācijas apkopošana un secināšana jaunu zināšanu iegūšanai;

Iemesli:

- Pieaugošs daudzums mainīgu standartu un normatīvu, kuri prasa ieviešanu, salāgošanu un tālāku uzturēšanu;
- Ar atbilstības nodrošināšanu saistīto darbību apjoms (manuāls speciālistu darbs) un korektas informācijas savlaicīgas pieejamības nodrošināšanas problēmas;

#### Risinājums:

- OWL DL drošības informācijas strukturēšanai un aprakstam;
- SWRL drošības politiku validēšanai;
- ārēju speciālo un faktu ontoloģiju (*Security Incident Ontology*, *Vulnerability Ontology*) un iekšējas resursu ontoloģijas izmantošana;
- Pamatā īstenotas pieejas no citiem avotiem;
- Oriģinālais ieguldījums – izveidota sava risku ontoloģija un sasaistīta ar attiecīgo standartu ontoloģijām.

#### Rezultāti:

- Esošā pieejā izveidotas Drošības Incidentu un, kā arī izveidots sākotnējais risinājums Riska Vadības ontoloģijai;
- Ar SPARQL palīdzību iespējams atbildēt uz dažādiem risku vadības jomas pieprasījumiem;
- Turpmāk paredzēts paplašināt izmantojot likumu bāzētu pieeju (piemēram, balstoties uz SWRL).

#### Publiski resursi:

- Nav norādīti.

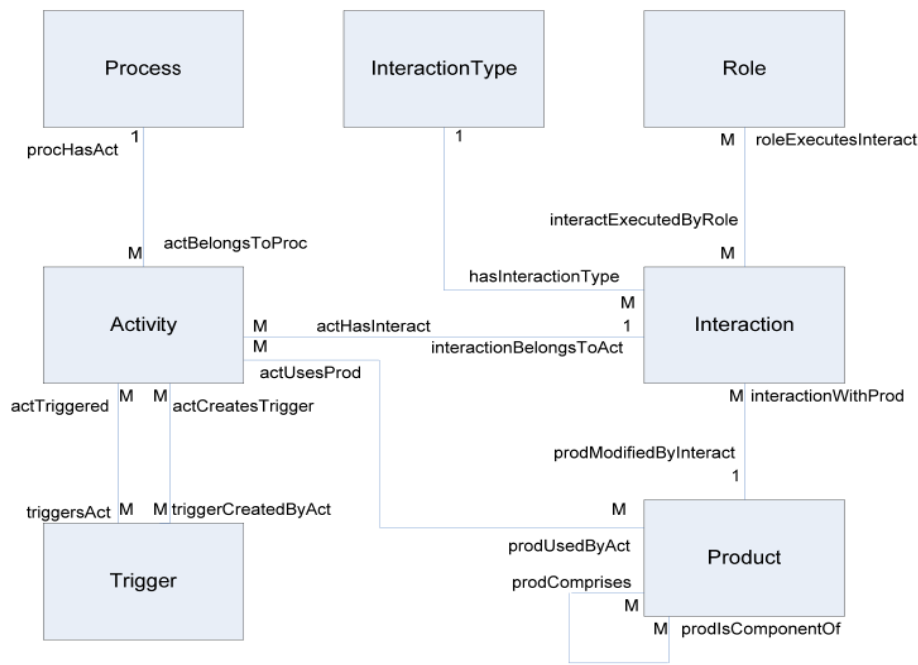
Darbā [PMPO] ir aprakstīta ontoloģijas izmantošana projektu pārvaldības procesu aprakstīšanas vajadzībām. Praktiski ir izmēģināts ar ontoloģiju palīdzību aprakstīt daļu no PRINCE2 projektu pārvaldības metodikas. Tiek norādīts, ka ontoloģijas devušas iespēju papildus veikt validēšanu aprakstītajam projektu pārvaldības procesu modelim, tai skaitā identificējot iepriekš nepamanāmas nepilnības un izaicinājumus.

Interesanti, ka viens no norādītajiem problēmu avotiem saistās tieši ar procesu modelēšanu kā tādu. PRINCE2 procesu aprakstam tiek izmantotas procesu diagrammas, kuras papildinātas ar attiecīgu strukturētu teksta aprakstu. Diagrammu tehnika ir tipiska tā saucamajai augsta līmeņa procesu modelēšanai, kad diagrammas semantika nav viennozīmīgi skaidra, kas attiecīgi apgrūtina ontoloģijas izveidi:

- ne vienmēr ir skaidrība par plūsmas raksturu (vadības / ievades un izvades / abas);
- neviennozīmīgs tā saucamo 'slēdžu' (angļu '*trigger*') lietojums un sasaiste ar izvadēm.

Tā kā viens no šī projekta mērķiem ir bijis arī zināšanu un prasmju ieguve ontoloģiju veidošanā un pielietošanā kā tādā, tad darba netiek aptverts viss PRINCE2 iekļautais, bet tikai ar procesu aspektu tieši saistītās lietas.

Attiecīgi virsējais procesu modelis jeb metamodelis no [PMPO] izskatās šādi:



2.3. att. Prinny procesu ontoloģijas klases un objektu atribūti

Konkretizējot, zem attiecīgajiem pamatjēdzieniem, procesiem, aktivitātēm un mijiedarbībām (angļu '*interaction*') tiek nodefinētas vajadzīgas apakšklases un aizpildīti attiecīgie ierobežojumi.

Vienlaikus [PMPO] ir noteikti vairāki aspekti, kuros ontoloģiju pielietošanai ir nepieciešami papildus risinājumi vai metodiskais atbalsts, tai skaitā:

1. procesu aprakstos ir sastopami apgabali ar lielu skaitu klašu salīdzinot ar attiecīgajiem objektiem, kas prasa ievērojamu ieguldījumu ontoloģijas izveidē un validēšanā;
2. procesu īstenošanā tiek īstenota tā saucamā pielāgošana (angļu "*tailoring*"), kad ir iespējama procesu rezultātu un varbūt arī saistīto aktivitāšu izmaiņa (piemēram, vairāku rezultātu apvienošana).

#### Uzdevums:

- Joma – projektu pārvaldības procesu vadība;
- Ieguvumi – ontoloģijas prototipa izveide konkrētas projektu pārvaldības metodes PRINCE2 labākai izmantošanai.

#### Pieeja:

- Tiešā pieeja procesus reprezentējot ontoloģijā atbilstoši specifiskajam PRINCE2 izmantotajam procesu modelim;
- Ierobežota transformējamā PRINCE2 apgabala izvēle, kas dotu pietiekamu aptvērumu uzdevuma izpildei un nodrošinātu pilnīgu iekļauto objektu savstarpējo saišu aizpildāmību.

#### Mērķis:

- Izveidot lietojamu ontoloģiju, kas aptvertu daļu no standarta;
- Pārbaudīt transformētā standarta modeļa kvalitāti un tā iespējamus lietojumus;
- Iegūt prasmes ontoloģiju veidošanā un lietošanā.

#### Iemesli:

- Projektu pārvaldības standarts aptver ievērojamu skaitu savstarpēji saistītu procesu, aktivitāšu un citu jēdzienu, kuru savstarpējā saistība un atkarība vienkāršu dokumentu veidā ir grūti pārskatāma, pielāgojama un kontrolējama.
- Reālajā lietošanā bieži rodas nepieciešamība salāgot projektu pārvaldības metodi ar kādu konkrētu attīstības vai izstrādes metodi – arī šādā gadījumā ontoloģiju izmantošana varētu palīdzēt automatizēt kontroli pār salāgošanu un tās rezultātu.

#### Risinājums:

- Ontoloģijas izveide metamodeļa un konkrēto procesu definējumu līmenī ('*TBox*') aptverot tikai standarta procesu daļu;
- Kompetences jautājumu izveide un attiecīgo pieprasījumu īstenošana.

#### Rezultāts:

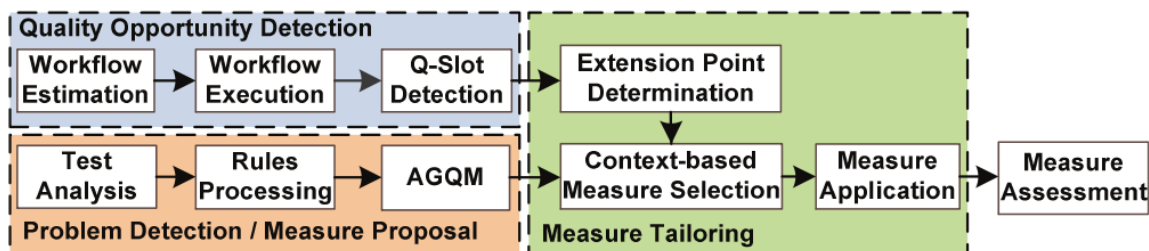
- Izmantojams ontoloģijas prototips;
- Identificēti iespējamie tālākie ontoloģijas prototipa attīstīšanas virzieni (sakrišanas pārbaudes, apvienošana ar citu standartu un atbalstu standartā paredzētajai pielāgojamībai).

#### Resursi:

- Nav norādīti.

Darbā [ESDAA] tiek apskatīts semantisko tehnoloģiju pielietojums kvalitātes nodrošināšanas aktivitāšu plānošanā programmatūras izstrādē, papildinot CoSEEEK ietvara (angļu '*Context-aware Software Engineering Environmental Event-driven framework*') iespējas. Automatizēšana, kas tai skaitā balstīta uz ontoloģiju izmantošanu, dod iespēju koordinēt programminženierijas izstrādes rīku un cilvēku aktivitātes atbilstoši procesiem, izstrādes progresam un kvalitātes prasībām.

Vispārīgā risinājuma shēma no [ESDAA] izskatās sekojoši:



2.4. att. Vispārīgā procesu shēma

Q-Slot noteikšanas solis ir balstīts uz ontoloģiju.

Uzdevums:

- Joma – kvalitātes nodrošināšanas darbību koordinēšanu JIT (angļu '*Just-in-time*') režīmā;
- Ieguvumi – paaugstināta kvalitātes nodrošināšanas pasākumu integrēšana vienotā programmatūras izstrādes procesā.

Pieeja:

- Tiek veikta uzdevumu izpildes dati un artefaktu stāvoklis izmantojot vienotu notikumu apstrādes moduli, kas balstoties uz CEP (angļu '*complex event processing*') pieeju nodrošina notikumu agregāciju, kā arī papildina notikumus ar vajadzīgajām konteksta anotācijām.
- Viena no risinājuma komponentēm ir tā saucamais konteksta vadības modulis, kurš ir balstīts uz OWL DL veidotu ontoloģiju un kurš nodrošina iepriekš apzināto kvalitātes pasākumu un detalizēto metriku un likumu pārkāpumu prioritāšu noteikšanu atbilstoši jau patērētajiem un vēl pieejamajiem resursiem.

Mērķis:

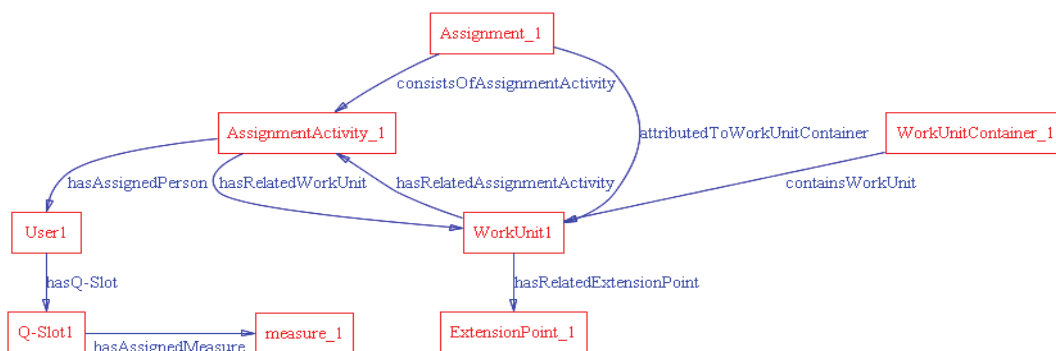
- Automatizēt iepriekš paredzēto kvalitātes nodrošināšanas pasākumu plānošanu un uzdošanu balstoties uz iepriekš noteiktām kvalitātes metrikām, darbu izpildes statusu un plānoto resursu patēriņu.

Iemesli:

- Iespēja samazināt vai izslēgt manuālo darbu plānojot vajadzīgās kvalitātes nodrošināšanas darbības atkarībā no specifisko produktu artefaktiem un/vai procesiem;
- Samazināt nesistemātiskumu kvalitātes nodrošināšanas pasākumu koordinēšanā.

Risinājums:

- Viena no risinājuma komponentēm ir tā saucamais konteksta vadības modulis, kurš ir balstīts uz OWL DL veidotu ontoloģiju un kurš nodrošina iepriekš apzināto kvalitātes pasākumu un detalizēto metriku un likumu pārkāpumu prioritāšu noteikšanu atbilstoši jau patērētajiem un vēl pieejamajiem resursiem.
- Ontoloģijas fragments no [ESDAA], kas parāda pa vienai klasei no visiem jēdzieniem, kuri nepieciešami tā saucamā Q-Slot noteikšanai:



2.5. att. Ontoloģijas jēdzieni Q-Slot noteikšanai

Rezultāti:

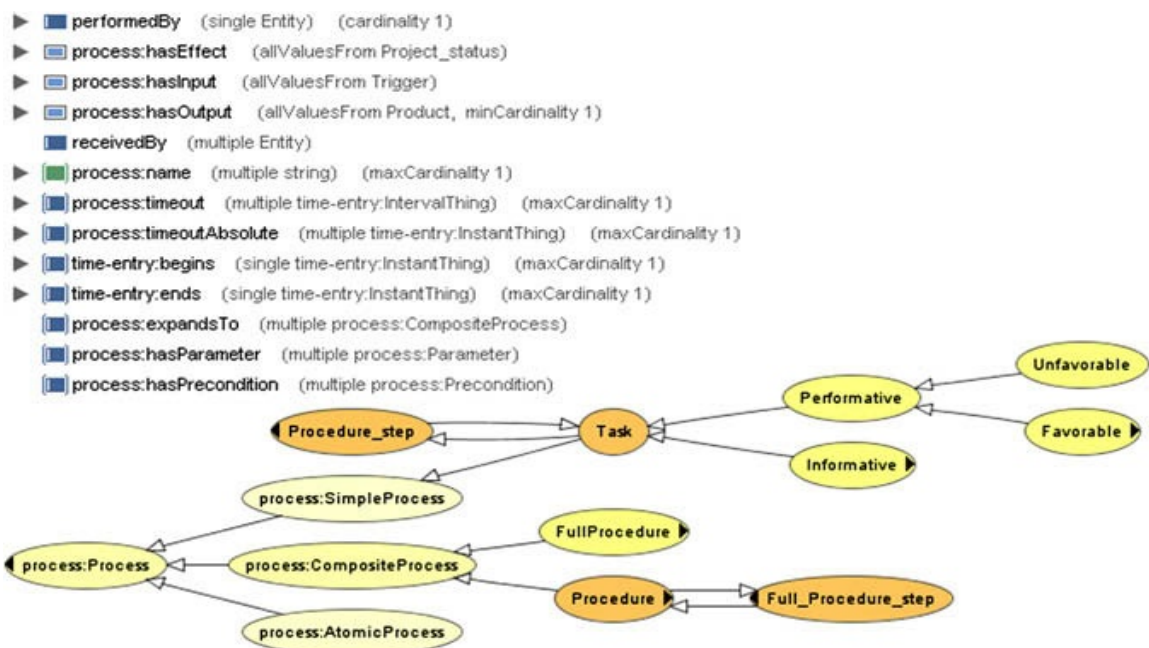
- izmēģinājumiem darbināms prototips;
- sākotnējie lietošanas un mērogojamības rādītāji.

Resursi:

- Nav norādīti.

Darbā [POOBKM] tiek apskatīta procesu orientēta zināšanu vadības sistēma, kura domāta publiskās pārvaldes darbības atbalstam. Tā kā šai sistēmā ir tiek apskatīti un integrēti dažādi darbības procesu un to atbalsta aspekti, tad kā pamata tehnoloģija salāgotās informācijas nodrošināšanai ir ontoloģijas.

Vispārīgais procedūru modelis no [POOBKM] izskatās šādi:



2.6. att. Administratīvo procedūru ontoloģija

Tālāk tiek apskatīta daļa no [POOBKM], kura ir būtiska procesu aprakstīšanas un modelēšanas kontekstā.

Uzdevums:

- Joma – procesu reprezentēšana zināšanu vadības sistēmā;
- Ieguvumi – iespēja iegūtu pilnu informāciju par jebkuru procesu, tai skaitā arī par to kontrolējošiem normatīvajiem ierobežojumiem, konkrētiem īstenojumu gadījumiem un izmantotajiem/topošajiem dokumentiem. Bez tam zināšanu sistēmā ir integrētas komponentes vedņu veidā, kuras atbalsta procesu īstenošanu.

Pieeja:

- Publiskās pārvaldes procedūru un procesu informācija ir reprezentēta ontoloģijas veidā, kas kopā ar attiecīgo tīmekļa risinātāju un secinātāju palīdzību ļauj iegūt pilnīgu pārskatu par visiem būtiskajiem darbības aspektiem;
- Ir iespējams iegūt procedūru izpildes un kontroles uzdevumu kontekstā būtisku informāciju un automātisku izpildes soļu atbalstu.

Mērķis:

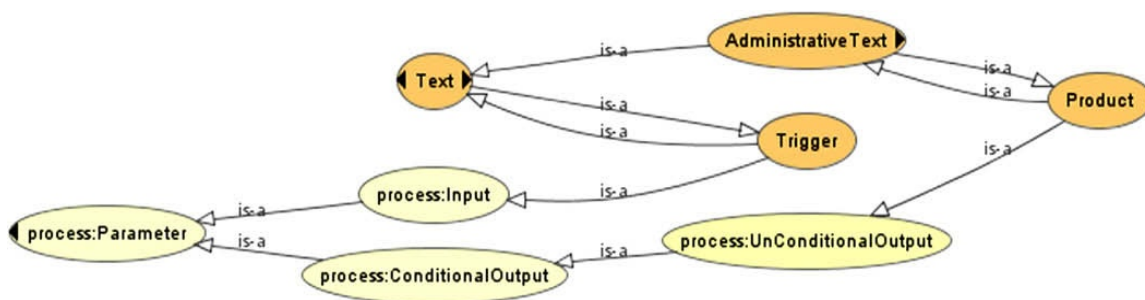
- Sistēmai jāatbalsta administratīvo darbību veikšanu.
- Sistēmai jānodrošina iespēju piekļūt darbības kontekstā būtiskiem normatīviem, kā arī izsecināt konkrēto darbību, ierobežojumu un rezultātu pamatotību.

Iemesli:

- Augošs savstarpēji saistītu normatīvu un precedentu kopums, kas nosaka vai ietekmē administratīvo darbību veikšanu un dokumentu sagatavošanu.
- Nepieciešamība atbalstīt pieeju darbībām tīmekļa vidē.

Risinājums:

- OWL-S veidota ontoloģija, integrēta ar attiecīgajā tīmekļa risinājumā.
- Papildus procesu modelēšanas vajadzībām ontoloģijā ir modelēti arī procesu ievades/izvades parametri:



2.7. att. Administratīvo procedūru procesu parametri

Rezultāts:

- Prototips, kurā ir pārbaudīti daži atsevišķi piemēri izvēlētas pieejas un realizācijas principiālās pārbaudes nolūkos.

Resursi:

- Nav norādīti.

Darbā [BCOfEP] tiek apskatīta biznesa jēdzienu ontoloģijas izveide ar nolūku atbalstīt rezultativitātes un kompetences novērošanu organizācijās.

Šis modelis ir interesants arī ar to, ka pamatā tas vairāk apskata dažādu nefunkcionālo atribūtu un rādītāju sasaisti ar procesiem un aktivitātēm, nevis pašu procesu iekšējās struktūras detaļas un modelēšanas īpatnības.

Uzdevums:

- Joma – organizācijas rezultativitātes un kompetenču novērošana;
- Ieguvumi – integrētas organizācijas darbības zināšanu bāze.

Pieeja:

- Organizācijas datu reprezentēšana biznesa jēdzienu ontoloģijas veidā.
- Informācijas atlases risinājums.

Mērķis:

- Iegūt pilnīgu pārskatu par organizācijas darbību un tās komponentu sasaisti ar attiecīgajiem rezultativitātes un kompetences rādītājiem;
- Iegūt iespēju automatizēti atlasīt vajadzīgos datus izmantojot tā saucamo konceptuālo atlasē pieeju CCRN (no angļu 'conceptual case retrieval net').

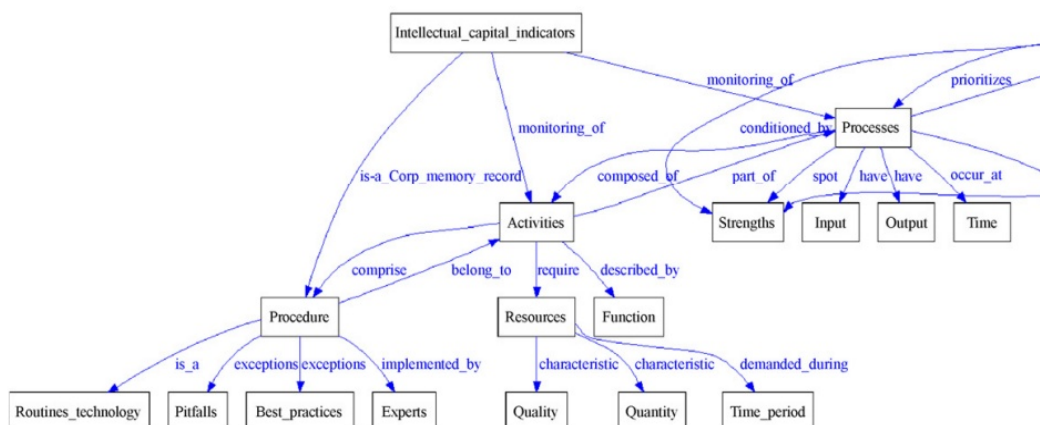
Iemesli:

- Samazināt manuālo darbu rezultativitātes un kompetences rādītāju noteikšanā un ar to saistītajiem uzdevumiem būtiskas darbības informācijas atlasei.

Risinājums:

- Netiek izmantotas pamata ontoloģijas.
- Ontoloģija kā zināšanu bāzes pamats.
- Izstrādāts algoritms vajadzīgās informācijas atlasei.

Pēc būtības šī ontoloģija lielā mērā sastāv no procesu un aktivitāšu modeļa, kas redzams arī šajā diagrammā no [BCOfEP]:



2.8. att. Biznesa jēdzienu ontoloģijas galvenais fragments

Rezultāts:

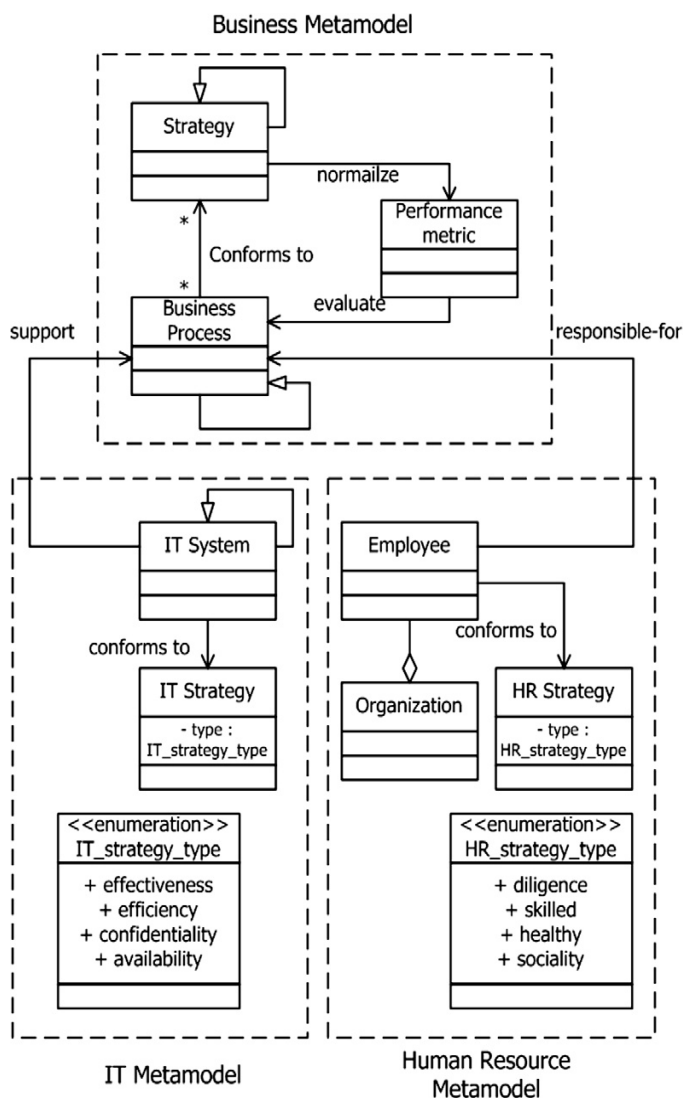
- Izveidota sava biznesa jēdzienu ontoloģija, kas satur informāciju rezultativitātes un kompetences rādītāju fiksēšanai un noteikšanai.

Resursi:

- Nav norādīts.

Darbā [AoBEA] tiek apskatīta uzņēmuma informācijas arhitektūras (angļu '*Business Enterprise Architecture*') faktu ontoloģijas izveide un izmantošana organizācijas stratēģijas salāgošanai (angļu '*alignment*').

Organizācijas arhitektūras metamodelis [AoBEA] izskatās šādi:

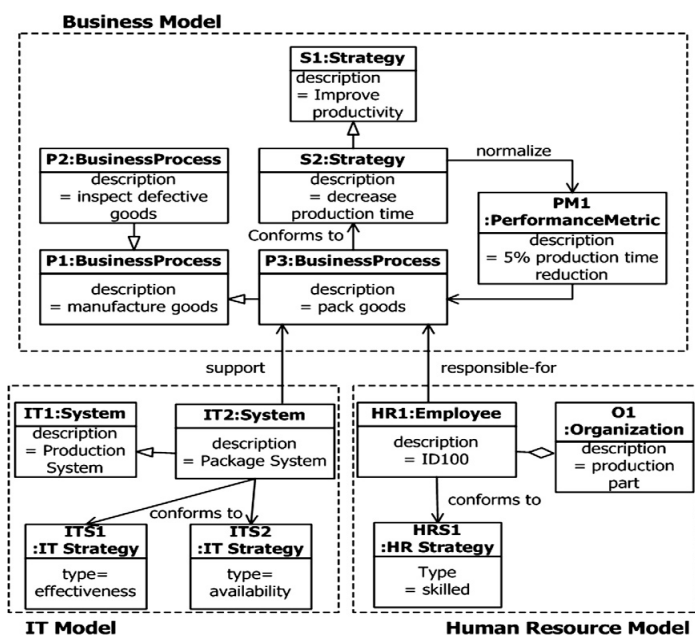


2.9. att. Organizācijas metamodelis

Šajā gadījumā procesi tiek modelēti tikai vienā līmenī, kā viens no organizācijas darbības aspektiem un tā saistība ar pārējām arhitektūras komponentēm, bet netiek apskatītas procesu detalizēta modelēšana. Metamodelis tiek papildināts ar vajadzīgajiem likumiem izmantojot SBVR.

Līdzīga pieeja organizācijas ontoloģijas izveidē balstoties uz Zahmana EA ietvaru ir aprakstīta ievērojami detalizētāk arī [OBEA], kur terminu definēšanai tiek izmantots arī ārējā WordNet ontoloģija.

Attiecīgi [AoBEA] faktiskais organizācijas modelis tiek izteikts ontoloģijas faktu veidā:



2.10. att. Organizācijas modelis

Tā ka [AoBEA] primārais rezultāts ir specializētu rādītāju karšu izstrāde un vizualizēšana balstoties uz iepriekš apskatīto ontoloģiju, tad darbs sīkāk netiek apskatīts.

## 2.2. Risinājumu apskats

Šajā sadaļā ir apkopots kopsavilkums par dažādās biznesa procesu vadības jomās identificētajiem risinājumiem.

2.1.tabula.

### Risinājumu/Jomu kopsavilkums, I.daļa

Jomas	Atbilstības vadība	Risku vadība	Projektu pārvaldība
<b>Risinājumi</b>			
Tiešās pieejas	Tiek izmantotas	Tiek izmantotas	Parasti tiek izmantotas
Formālos modeļos balstītās pieejas	Tiek izmantotas	Nav identificēts	Nav identificēts
Citas pieejas	Nav identificēts	Nav identificēts	Tiek izmantotas

**Risinājumu/Jomu kopsavilkums, II.daļa**

<b>Jomas</b>	<b>Kvalitātes nodrošināšana</b>	<b>Rezultatīvātes un kompetences novērošana</b>	<b>Zināšanu vadība</b>
<b>Risinājumi</b>			
Tiešās pieejas	Nav identificēts	Tiek izmantotas	Tiek izmantotas
Formālos modeļos balstītās pieejas	Tiek izmantotas	Nav identificēts	Nav identificēts
Citas pieejas	Nav identificēts	Nav identificēts	Tiek izmantotas

### 3. APSKATĪTO RISINĀJUMU SALĪDZINĀJUMS

#### 3.1. Salīdzinājums

No apskatītajām pieejām īpaši interesantas, autoraprāt, ir tiešās pieejas procesu reprezentēšanai ontoloģiju veidā sekojošu iemeslu dēļ:

Pirmā tiešā pieeja ļauj veidot ļoti vienkāršas un viegli pārskatāmas ontoloģijas, kurās parasti vai nu vispār nav nepieciešami fakti vai arī tie jebkurā gadījumā varētu būt izteikti nelielā skaitā. Tādējādi ir iespējams šādas ontoloģijas veidot dinamiski pēc vajadzības ar transformāciju palīdzību, kā arī bez ierobežojumiem izmantot secinātājus uzdevumu izpildes vajadzībām.

Trešā tiešā pieeja, ja to saprātīgi izvērš, ļautu veidot semantiski padziļinātas procesu reprezentācijas, kuru struktūra iznāktu vienkāršāka un caurskatāmāka kā gadījumā ar formālajos modeļos balstītajām ontoloģijām. No otras puses šāda modeļa iespējas procesu aprakstu veidošanas un procesu datu atlasīšanas ziņā, autoraprāt, varētu būt pietiekamas daudzu procesu pārvaldības uzdevumu atbalstam.

Trešās pieejas izvēršanas gadījumā varētu būt lietderīgi pieturēties pie [MQP4PR] izmantotā principa, ka ir stingri jāierobežo tajā iekļaujamo procesa modelēšanas elementu kopa.

Pārējās pieejas, autoraprāt, savukārt ir piemērotas situācijās, kad ir spēkā noteikti papildus ierobežojumi:

Otrā pieeja principā varētu būt lietderīga situācijās, kad sākotnējais specifiskais procesu modelis ir cieši iebūvēts izteikti lēni mainīgā lielākā sistēmā ar pietiekami izteiktām savstarpējām saitēm un standartizētu faktu aizpildījumu. Tādā gadījumā, autoraprāt, ir lietderīgi pieturēties pie sākotnējā modeļa procesu reprezentēšanai.

Tomēr otrā tiešā pieejā atveidojot procesu modeli ontoloģijā, autoraprāt, būtu pēc iespējas jābalstās uz kādu no pieejamajām pamata ontoloģijām. Tas varētu ievērojami atvieglot šādu jauniegūto ontoloģiju vienkāršāku izmantošanu kopā ar citām ontoloģijām, kā arī salīdzināt savā starpā vairākas, vienu un to pašu sistēmu atspoguļojošas ontoloģijas.

Semantiskās platformas līmeņa risinājums, autoraprāt, šobrīd vēl nav sasniedzis pietiekamu briedumu, kas varētu izskaidrot salīdzinoši zemo aktivitāti ap viena no redzamākajām šāda veida veida iestrādņēm, SUPER projektu, pēc tā formālās pabeigšanas.

## Pieejas ontoloģiju ieguvei pārvaldības procesu atbalstam

Pieeja	Tiešā pieeja	Formālo modeļu ontoloģijas	Ontoloģiju 'platformas'	Cits
Konkrēts analītisks uzdevums	Parasti tiek izmantota. <i>Priekšrocības</i> : ērti caurskatāms, viegli papildināms un apstrādājams. <i>Trūkumi</i> : var rasties problēmas, ja nepieciešama sadarbība ar ontoloģijām no dažādiem ārējiem avotiem	Nav identificēts	Nav identificēts	Nav identificēts
Procesu pārvaldības atbalsts	Parasti tiek izmantota. <i>Priekšrocības</i> : ērti caurskatāms, viegli papildināms un apstrādājams. <i>Trūkumi</i> : var rasties problēmas, ja nepieciešama sadarbība ar ontoloģijām no dažādiem ārējiem avotiem <i>Riski</i> : integrēšana ar BPP	Tiek izmantotas publiskās speciālās, bet nav identificēts vispārīgo ontoloģiju lietojums. <i>Trūkumi</i> : prasa ieguldījumu apzināšanā un izvēlē <i>Ieguvumi</i> : vieglāka integrēšana ar citām ontoloģijām/sistēmām	Iespēja tiek nodrošināta <i>Priekšrocības</i> : pilns risinājums. <i>Trūkumi</i> : totāls risinājums ar lielu resursu ieguldījumu <i>Riski</i> : nepārbaudīts platformas briedums	Mēdz izmantot tā saucamos semantiskos Wiki un tamlīdzīgus risinājumus
Procesu izpildes atbalsts	Nav identificēts	Tiek izmantota <i>Ieguvumi</i> : vieglāka integrēšana ar citām ontoloģijām/sistēmām <i>Trūkumi</i> : prasa ieguldījumu apzināšanā un izvēlē	Tiek izmantota <i>Priekšrocības</i> : pilns risinājums. <i>Trūkumi</i> : totāls risinājums ar lielu resursu ieguldījumu <i>Riski</i> : nepārbaudīts platformas briedums	Nav identificēts
Semantiskā BPP	Nav identificēts	Tiek izmantota <i>Ieguvumi</i> : vieglāka integrēšana ar citām ontoloģijām/sistēmām <i>Trūkumi</i> : prasa ieguldījumu apzināšanā un izvēlē	Iespēja tiek nodrošināta <i>Priekšrocības</i> : pilns risinājums. <i>Trūkumi</i> : totāls risinājums ar lielu resursu ieguldījumu <i>Riski</i> : nepārbaudīts platformas briedums	Nav identificēts

Kas attiecas uz pieejām, kuras balstītas uz konkrētiem procesu metamodeļiem, piemēram, BPMN vai EPC, kā arī, iespējams, uz kādu vai vairākām vispārīgajām un/vai speciālajām ontoloģijām, tad tās, autoraprāt, ir piemērotas uzdevumiem un risinājumiem, kuros ir ļoti augsta šo formālismu izmantošanas pakāpe. Tipiski, tāda situācija rodas tad, ja organizācija izmanto vai plāno ieviest kādu esošu konkrētu BPMS vai darbplūsmu izpildes sistēmu (piemēram, [OIEBP]) kopā ar procesu pārvaldības risinājumu.

### **3.2. Ar procesu aprakstīšanu saistītās problēmas**

Tālākā darba vajadzībām ir paredzēts apskatīt sekojošus procesu piemērus:

1. projekta īstenošanas plānošana;
2. informācijas pieprasījuma apstrāde.

Pirmais procesa piemērs, plānošana, ir tipisks pārvaldības process. Šādiem procesiem standartizācijas u.c. vadības vajadzībām ir iespējams identificēt un izdalīt atsevišķus apakšprocesus jeb procesu soļus, tomēr ir problemātiski aprakstīt to kopējo izpildes plūsmu atbilstoši reālajai izpildei. Galvenais grūtību iemesls ir tāds, ka procesā ietvertos soļus ir iespējams īstenot daļēji paralēli, balstoties uz nepilniem starprezultātiem (soļu izvadēm), kā arī šie soļi tiek veikti atkārtoti dēļ atgriezenisko saišu plūsmām.

Otrais procesa piemērs, pieprasījuma apstrāde, savukārt ir tipisks izpildes process ar izteikti lineāru un secīgu darba plūsmu. Šāda procesa aprakstā identificētie apakšprocesi vai procesa soļi procesa gaitā tiek izpildīti atbilstoši paredzētajai plūsmai.

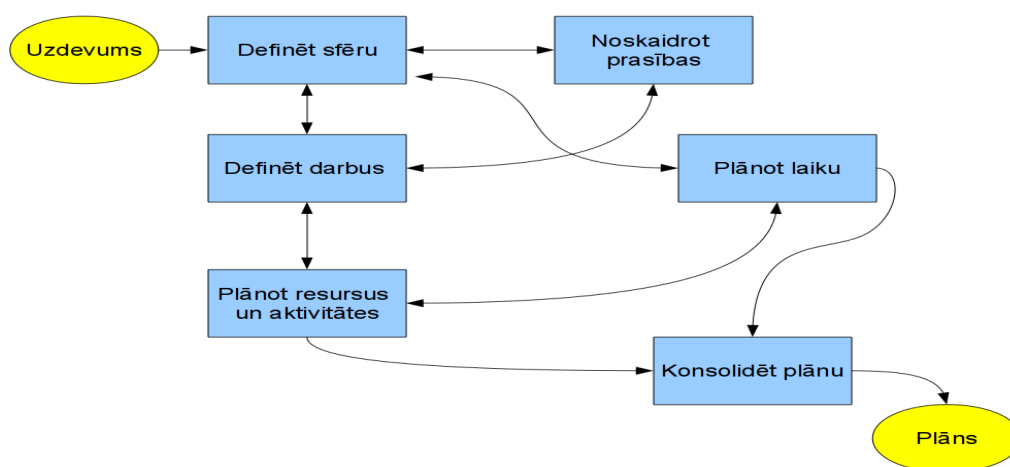
#### ***3.2.1. Projekta īstenošanas plānošana***

Viens no tipiskiem pārvaldības procesu piemēriem ir dažādi plānošanas procesi. No vienas puses šo procesu aprakstos parādās skaidri izdalītas komponentes jeb procesa soļi. No otras puses, šo procesu reālajā īstenošanā bieži nav praktiski iespējams izdalīt atsevišķus soļus, jo tie tiek īstenoti kā viena aktivitāte.

Tipiska, vienkāršota projekta īstenošanas plānošana atbilstoši varētu ietvert sekojošus soļus vai apakšprocesus:

- sfēras definēšana;
- prasību noskaidrošana;
- darbu sadalījuma struktūras izveide;
- laika/aktivitāšu/resursu plānošana.

Ilustrējošs šāda procesa piemērs neformālā notācijā, kāda bieži tiek izmantota procesa aprakstīšanai:



3.1. att. Plānošanas procesa piemērs

Ņemot vērā, ka šāda veida procesos ir apgrūtināta iespējamība tos pilnvērtīgi aprakstīt ar tradicionālajiem kartēšanas un modelēšanas risinājumiem, tad ontoloģiju izmantošana, iespējams, ļautu precīzāk fiksēt noteiktus šāda procesa struktūras un īstenošanas aspektus, kā arī dotu iespēju pēc vajadzības fiksēt un kontrolēt procesa iekšējās plūsmas un starprezultātus.

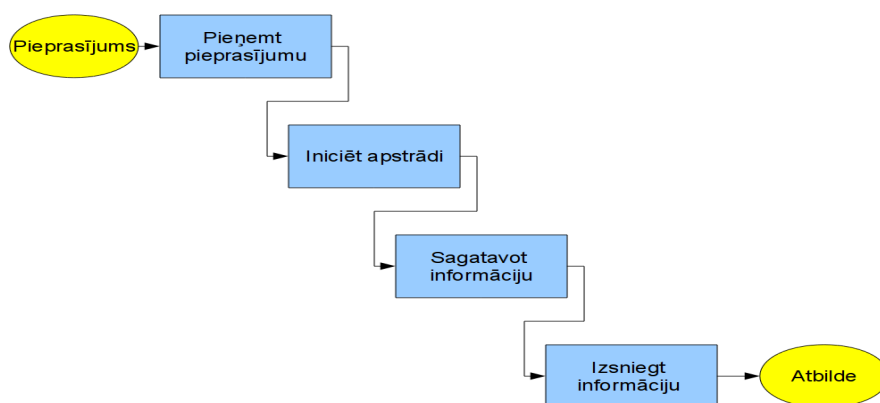
### 3.2.2. Informācijas pieprasījuma apstrāde

Informācijas pieprasījuma apstrādes process parasti būtiski atšķiras no iepriekš aprakstītā plānošanas procesa piemēra. Šādā gadījumā ir viegli aprakstā izdalīt diskretus procesa soļus, kuri arī reāli tiek veikti kā atsevišķas aktivitātes, pie tam parasti arī secīgi:

1. pieprasījuma saņemšana;

2. apstrādes iniciēšana;
3. informācijas sagatavošana;
4. informācijas izsniegšana.

Ilustrējošs šāda procesa piemērs neformālā notācijā, kāda bieži tiek izmantota procesa aprakstīšanai:



3.2. att. **Pieprasījuma apstrādes process**

Attiecīgi šāda procesa aprakstīšanas vajadzībām vienlīdz labi darbojas gan klasiskā, tā saucamā brīvā kastīšu/plūsmu tehnika, gan arī dažādās formalizētās procesu aprakstīšanas valodas.

### 3.2.3. *'Vairāklīmeņu' procesi*

Vēl viena it īpaši pārvaldības procesos sastopama procesu grupa ir raksturojami kā izteikti hierarhiski procesi. Piemērs šādam procesam varētu būt lielu organizāciju periodiskās plānošanas procesu aktivitātes, kas pēc būtības tiek organizētas kā viens process, kur aktivitātes tiek īstenotas vairākos līmeņos (organizācija/struktūra/apakšstruktūra), bet procesa plūsmas un attiecīgo rezultātu/starprezultātu pārsūtīšana tiek organizētas gan katrā līmenī, gan starp tiem.

Ņemot vērā iepriekš apskatītā plānošanas procesa plūsmu sarežģītību, šāda 'vairāklīmeņu' procesa aprakstīšanā tradicionālās pieejas dod nepārskatāmus vai reālajai izpildei neatbilstošus procesa aprakstus.

### 3.2.4. *Citas procesu aprakstīšanas problēmas*

Liela daļa no esošajām iestrādnēm pilnīgi vai daļēji koncentrējas uz procesu automatizācijas aspektiem BPMS kontekstā, attiecīgi pielietojumi saistībā ar citām jomām vai biznesa līmeņa modelēšanu netiek apskatīti tādā pašā mērā:

1. atšķirīgas pieejas procesu aprakstīšanai (Procesu orientēta biznesa uzbūve/vadība, kvalitātes vadība, organizācijas informācijas arhitektūra, zināšanu bāzes/vadība, utt.);
2. netiek plaši apskatītas dažādās pieejās modelētu procesu saskaņošana un salīdzināšana (domēnam specifiskās un/vai vispārējās pieejas) izņemot daļēji semantisko platformu kontekstā.

Procesu aprakstīšanā ir identificētas sekojošas vispārīgās problēmas:

1. nav vai ir vājš vairāklīmeņu modelēšanas atbalsts;
2. netiek apskatīti tā saucamie 'vairāklīmeņu' procesi;
3. vāji strukturēto procesu modelēšana ir salīdzinoši sarežģītāka;
4. sarežģīta dažādās pieejas veidotu modeļu un ontoloģiju savstarpējās atbilstības noteikšana.

Procesu vadībā un izpildes atbalstā veicamo uzdevumu kontekstā ir identificētas sekojošas problēmas:

1. nepieciešamība sasaistīt procesu modeļus un izpildes datus ar citu informāciju (piemēram, lai veiktu procesu izmaiņu ietekmes izvērtējumu un analīzi vai arī lai noteiktu procesu vai ar to saistīto lietu risku potenciālo ietekmi procesu izpildes/neizpildes kontekstā);
2. izteiktās vadības plūsmu modelēšanas pieejas ierobežojumu radītās problēmas (piemēram, no virspusējiem procesa vadības plūsmu modeļiem nav iespējams automatizēti noteikt, vai vadības plūsmu nosaka objektīvas ievades/izvades atkarība, cita objektīva secības atkarība, jeb vadības plūsmai patiesībā nav stingra objektīvā pamata.

Jaunāko procesu modelēšanas pieeju attīstības ziņā ir identificētas sekojošas problēmas:

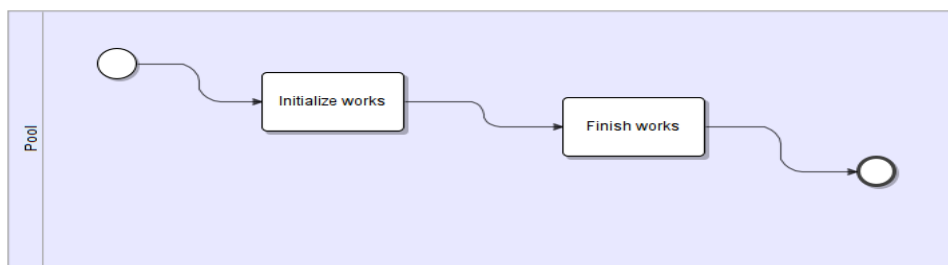
1. BPMN v.2 neapskata vairāklīmeņu procesu modelēšanas pieeju savādāk kā procesa soļu detalizēšanu apakšprocesu veidā, faktiski nepiedāvājot konkrētu formālu pieeju biznesa līmeņa procesu modelēšanai vai arī formālai sasaistei ar citās pieejās modelētiem procesiem.
2. Semantisko platformu vai konkrētu strādājošu risinājumu kontekstā vairāku līmeņu modelēšanas problēma tikai daļēji tiek risināta piedāvājot veidot nosacīti divu līmeņu ontoloģiju sistēmu, kur faktiski tiek veidota noteiktas pieejas virs-ontoloģija procesu modelēšanai, kas pēc tam tiek papildināta ar specializētām ontoloģijām konkrētām modelēšanas tehnikām (piemēram, SUPER projekta ietvaros veidotās UPO ar BPMO un tām pakārtotās sBPMN vai sEPC ontoloģijas, vai arī darbplūsmu risinājumu gadījumā m3po virs-ontoloģija ar attiecīgo papildinājumu katras konkrētās darbplūsmu pieejas atbalstam). Galvenā problēma šai pieejai ir tāda, ka katras nākošās modelēšanas tehnikas pievienošana SUPER gadījumā ir prasījusi arī būtisku virs-ontoloģiju pārstrādi.

Tālāk tiek apskatīts tiešās procesu reprezentēšanas pieejas izmantošanas piemērs, lai risinātu uzdevumus, kas paredz procesu aprakstu sasaistīt ar citu informāciju.

### 3.3. Risku ietekmes identificēšana izmantojot tiešo reprezentēšanas pieeju

Tiek apskatīts vienkāršs hipotētisks biznesa process, pie tam tiek izmantots variants ar formāli nekorektu detalizēšanu. Diagrammu izveidei un ontoloģiju sagatavošanai tiek izmantots TwoUse Toolkit no [twouse] vietnes un *Eclipse* rīku *BPMN Modeler*.

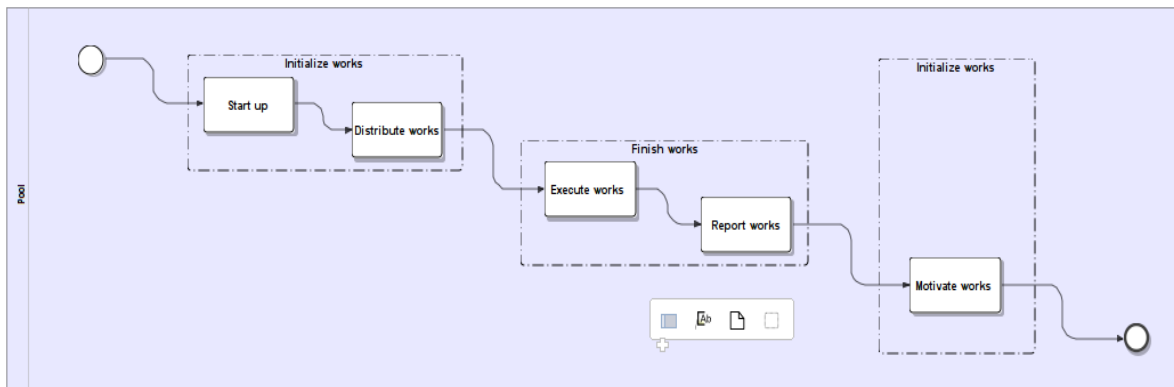
Sākotnējais process tiek izveidots sekojošs:



3.3. att. Sākotnējā procesa diagramma

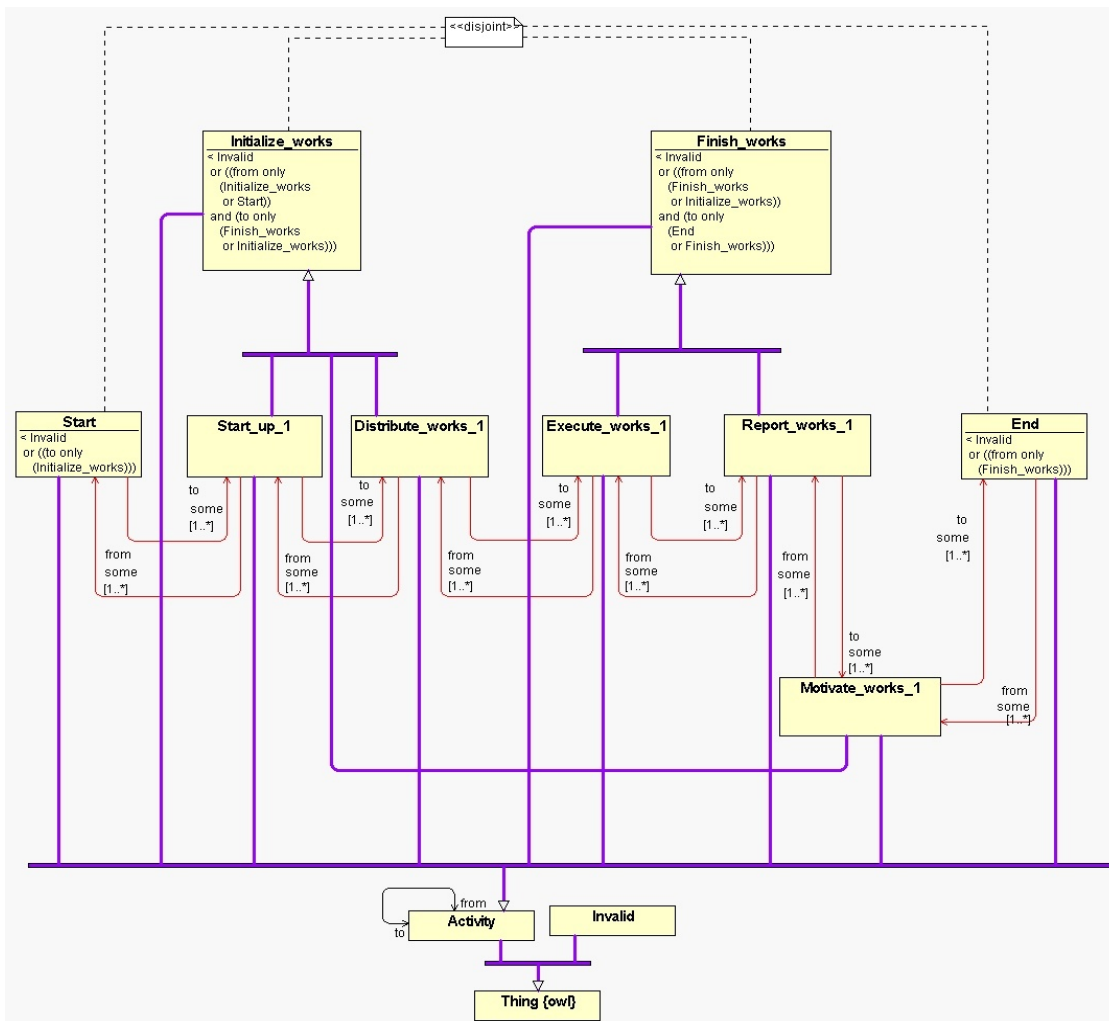
Pēc tam tiek veikta šī procesa detalizēšana, izveidojot otru procesu diagrammu, kurā tiek izmantotas grupas, lai apzīmētu atbilstību starp otrās procesa diagrammas elementiem un pirmā procesa soļiem.

Tālāk tiek pieņemts, ka detalizācijas rezultātā tas tiek modelēts ar šādu diagrammu:



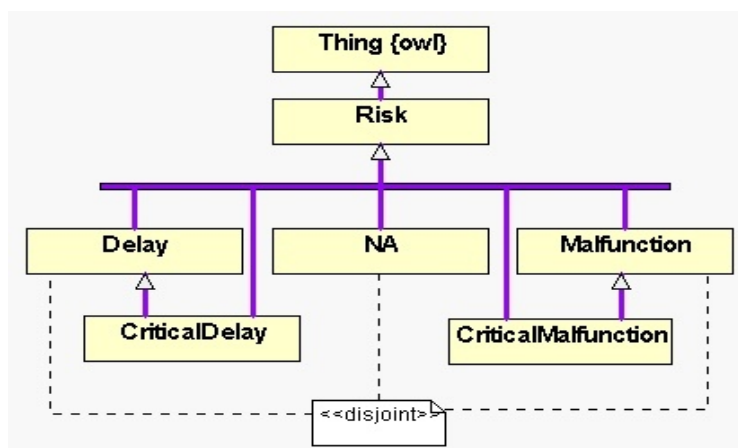
3.4. att. Detalizētā (nekorekti) procesa diagramma

Tālāk tiek veikta detalizācijas validēšanas pirmais solis, sagatavojot attiecīgo procesa ontoloģiju (ģenerētais ontoloģijas datnes teksts pievienots 2.pielikumā). Ontoloģijas diagramma UML notācijā ir sekojoša (veidota ar OwlGred rīku):



3.5. att. Procesa ontoloģija sagatavota validācijai

Vispirms tiek izveidota jauna vienkāršota risku ontoloģija (ontoloģijas teksts ietverts 1.pielikumā), attiecīgā diagramma UML notācijā ir šāda (veidota ar OwlGred rīku):



3.6. att. Risku ontoloģija (vienkāršots piemērs)

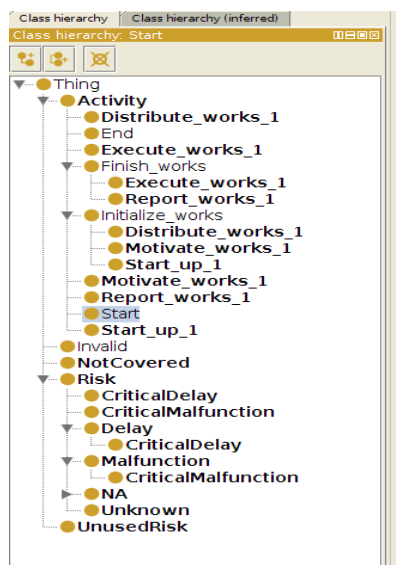
Tiek izveidota jauna apvienotā risku un procesa ontoloģija (ontoloģijas teksts ietverts 1.pielikumā), importējot abas pamata ontoloģijas (procesa un risku), kā arī izveidojot risku piesaistei nepieciešamos objektu atribūtu (*hasRisks* ar domēnu *Activity* un apgabalu *Activity*), esošā atribūta *from* transitīvu virs-atribūtu *FROM*, kas tiks izmantots risku ietekmes noteikšanai, kā arī pievienojot modelim nepieciešamās papildus aksiomas ar sekojošiem nosacījumiem:

- (1) procesa solim *Execute\_works\_1* tiek norādīts riska tips *CriticalDelay*;
- (2) procesa solim *Report\_works\_1* tiek norādīts riska tips *CriticalMalfunction*;
- (3) pārējiem nedalāmajiem procesa soļiem tiek norādīts noklusētais riska tips *NA*;
- (4) papildus visiem procesu soļiem tiek uzlikts nosacījums par procesa ietilpšanu vai neietilpšanu risku ziņā neklasificēto procesu klasē virsklases *Activity* līmenī:



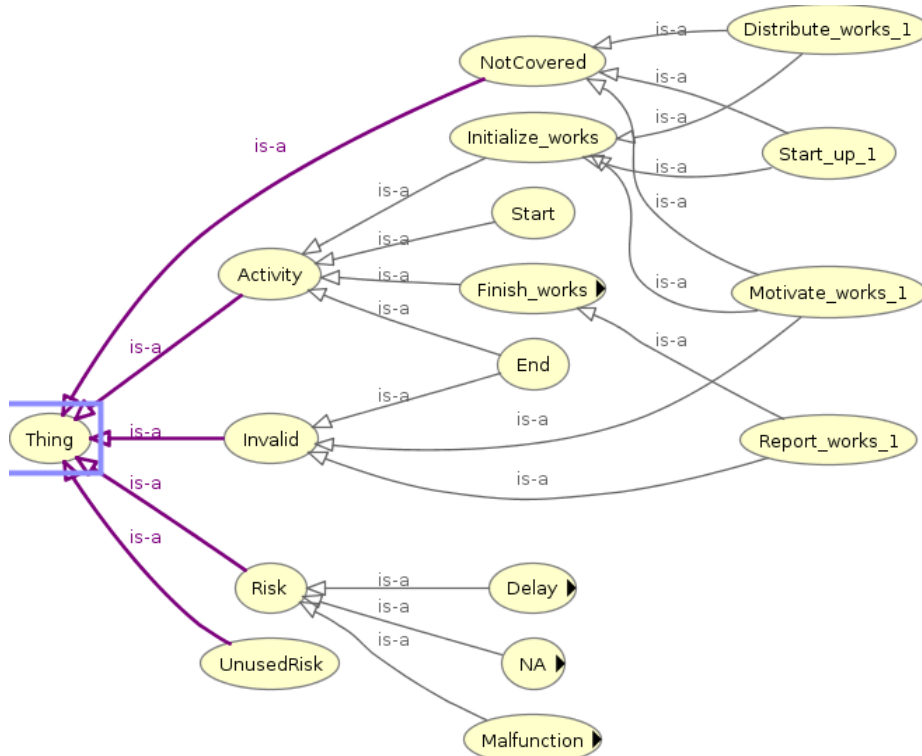
3.7. att. Nosacījums procesu soļu klasificēšanai pēc neapzinātiem riskiem

Veikto darbību rezultātā tiek iegūta sekojoša gala procesu un risku ontoloģijas klašu hierarhija:



3.8. att. Sākotnēja procesa un risku hierarhija

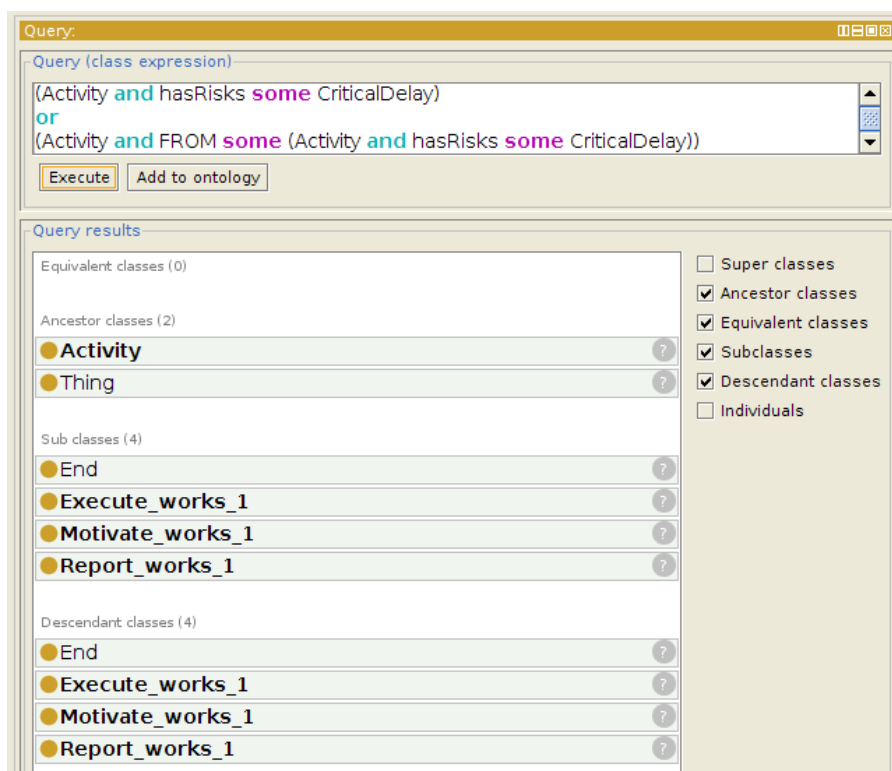
Šādi sagatavoto ontoloģiju apstrādā ar secinātāju un rezultātā iegūst izrietošo (angļu 'inferred') klašu hierarhiju, kurā redzams jau iepriekš apskatītā procesu soļu klasificēšana pēc to detalizācijas korektuma, gan arī jaunizveidotā klasificēšana pēc risku piesaistes:



3.9. att. Izrietošā procesu klasifikācija

Attiecīgi šo izrietošo hierarhiju apstrādājot ar DL pieprasījumiem var iegūt papildus informāciju par procesu statusu dažādos griezumos. Viens jautājums, kas būtu interesants risku kontekstā, kādi procesu soļi varētu tikt ietekmēti vadības plūsmu kontekstā, ja realizējas konkrēta tipa risks.

Šī jautājuma apstrāde tika pārbaudīta ar dažādām riska vērtībām DL pieprasījumos, piemēram *CriticalDelay*. Tiek prasīts atrast procesa soļus, kurus tieši vai pastarpināti ietekmē konkrētais risks:

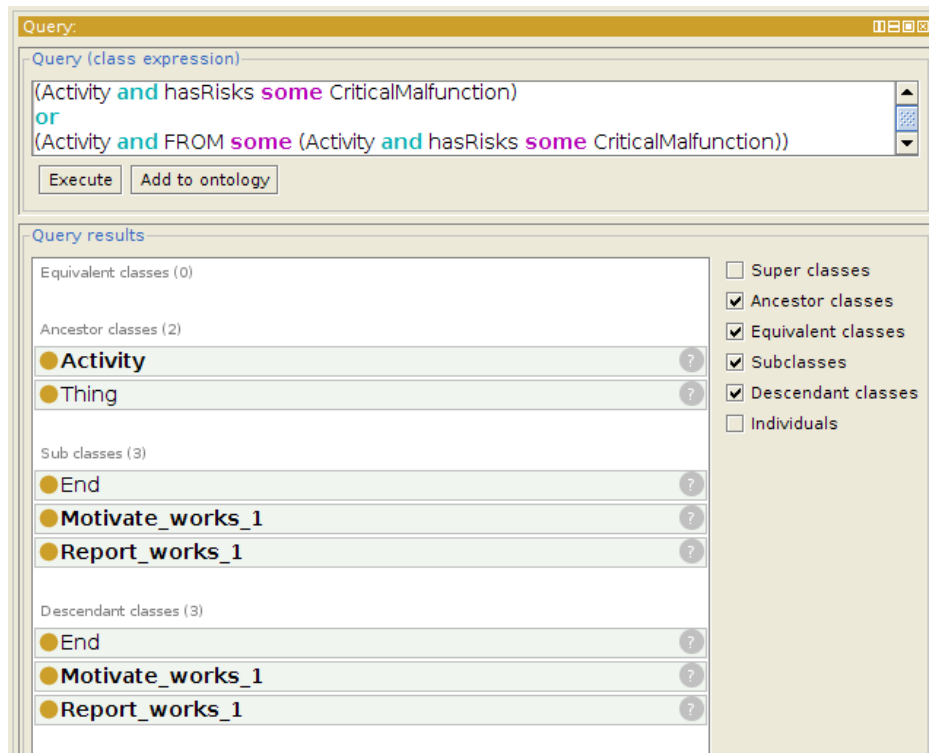


3.10. att. Riska *CriticalDelay* ietekmes noskaidrošana

Tika iegūts sagaidāmais rezultāts, ka ietekmētie procesu soļi būtu norādītie:

- Execute\_works\_1;
- Motivate\_works\_1;
- Report\_works\_1.

Tas pats jautājums riska tipam *CriticalMalfunction*:



3.11. att. Riska CriticalMalfunction ietekmes noskaidrošana

Tika iegūts sagaidāmais rezultāts, ka ietekmētie procesu soļi būtu norādītie:

- Execute\_works\_1;
- Report\_works\_1.

Jāņem vērā, ka pieprasījumā tiek izmantots virs-atribūts *FROM* un nevis *from*, kas ir bijis aizpildīts sākotnējā procesu ontoloģijā.

## 4. REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

### 4.1. Rezultāti

Ir apkopota informācija par ontoloģiju izmantošanu procesu aprakstīšanā un pārvaldībā, identificējot galvenās pieejas, risinājumu veidus un to aptvērumu, kā arī

Konkrētāk, vispirms ir apkopota informācija par vispārīgajām pieejām un risinājumiem, kādas parādās tā saucamās semantiskās procesu modelēšanas un pārvaldības kontekstā, kā arī ir sagatavots salīdzinājums par šīm pieejām.

Tālāk atsevišķi ir apskatīti darbi, kuri attiecas tieši uz pārvaldības procesiem, kā arī ir apkopotas tajos identificētās konkrētās pieejas un risinājumus, sasaistot tos arī ar vispārīgajiem risinājumiem. Ir sagatavots salīdzinājums par konkrētajām pieejām.

Bez jau iepriekš identificētajiem procesu piemēriem un uzdevumiem, kuru risināšanā varētu tikt izmantotas ontoloģijas, ir identificēta virkne papildus problēmu, kas saistās ar procesu aprakstīšanu un pārvaldību.

No šī problēmu apgabala ir izvēlēts konkrēts uzdevums, kā arī tā risināšanai ir izvēlēta pieeja atbilstoši iepriekš veiktajam salīdzinājumam par pieeju lietderību atkarībā no uzdevuma.

Rezultātā vienā problēmu apgabalā ir izmēģināts praktiski izveidot risinājumu kā nelielas 'ad-hoc' ontoloģijas, kā arī ir pārbaudītas iespējas uz to pamata iegūt atbildes uz uzdotajiem jautājumiem. Tika apskatīts uzdevums, kāds parādās gadījumos, kad nepieciešams vienlaicīgi izmantot gan procesu, gan kādu citu informāciju (konkrētajā gadījumā risku informāciju) un aprobēta iespēja izmantojot tiešo pieeju ontoloģiju veidošanā sasaistīt procesa datus un risku datus. Tādējādi tika iegūta iespēja automatizēti identificēt soļus bez identificētiem riskiem, kā arī izsekot potenciālo risku ietekmi pēc iespējamām izpildes plūsmām.

### 4.2. Secinājumi

Iepazīstoties ar daļu no esošajiem risinājumiem ontoloģiju izmantošanai biznesa procesu aprakstīšanā un modelēšanā tika konstatēts sekojošais:

1. ontoloģijas tiek sekmīgi izmantotas procesu automatizēšanas uzdevumu vajadzībām;

2. ontoloģiju izmantošana procesu aprakstīšanā ir sekmīgi pielietojama ne tikai pārvaldības procesu automatizēšanai, bet arī to vadības vajadzībām;
3. ontoloģiju izmantošana ļauj ērti veidot paplašināmus procesu aprakstīšanas modeļus
4. ontoloģiju izmantošana ļauj integrēt vienotā modelī dažādu aspektu aprakstus, tādējādi procesu modeļus ir iespējams, piemēram, papildināt ar risku vadības informāciju.

Ņemot vērā, ka praktiski visos apskatītajos risinājumos un pieejās ir identificēti tālākās attīstības uzdevumi vai problēmas, kā arī darbā praktiski izveidoto un izmēģināto pielietojuma piemēru, tad viens no, autoraprāt, interesantajiem tālāko pētījumu virzieniem saistītos ar tiešās reprezentēšanas pieejas un tās pielietojumu attīstīšanu:

1. apskatītais procesu risku ietekmes modelis būtu paplašināms nodrošinot iespēju piesaistīt risku informāciju arī pastarpināti (piemēram, dēļ aktivitātes izpildē iesaistīta resursa vai lomas);
2. iespējams, procesu risku modelis ir jāpārveido atbilstoši trešajai tiešajai pieejai un jāpapildina ar atbalstu arī izvades/ievades plūsmām, lai varētu atbalstīt pilnvērtīgāku riska potenciālās ietekmes izvērtēšanu procesu kontekstā, kā arī ir jāizvērtē iespēja šo modeli vispārināt kā pamatu izmaiņu ietekmes analīzei procesu kontekstā.

## IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI

- [AoBEA] – Kang D., Lee J. & Kim K., "Alignment of Business Enterprise Architectures using fact-based ontologies", 2010, Expert Systems with Applications, vol.37, p.3274 - 3283, skatīt <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409008331>
- [BCOfEP] – Jussupova-Mariethoz Y. & Probst A., "Business concepts ontology for an enterprise performance and competences monitoring", 2007, Computers in Industry, vol.58, p.118 - 129, skatīt <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361506001515>
- [bpnm] – "BPMN", skatīt <http://www.bpmn.org/>
- [BPMNO] – "BPMN Ontology", skatīt [https://dkm.fbk.eu/index.php/BPMN\\_Ontology](https://dkm.fbk.eu/index.php/BPMN_Ontology)
- [BPMNO-DL] – Ghidini C., Rospocher M. & Serafini L., "A formalisation of BPMN in Description Logics", 2008, , vol., p., skatīt [https://dkm.fbk.eu/images/3/35/3631-\\_BPMNOntology.pdf](https://dkm.fbk.eu/images/3/35/3631-_BPMNOntology.pdf)
- [BPMO] – Cimpian E., Komazec S., Lintner D., Blamauer C., & Evenson M., "Business Process Modeling Ontology BPMO final version", , , vol., p., skatīt <http://www.wfmc.org/Download-document/Business-Process-Modeling-Ontology-BPMO.html>
- [cobra] – "[COBRA] aprakstītās ontoloģijas", skatīt <http://people.kmi.open.ac.uk/carlos/resources/ontologies>
- [COBRA] – Pedrinaci C., Domingue J. & de Medeiros A. K. A., "A core ontology for business process analysis", 2008, in Proceedings of the 5th European semantic web conference on The semantic web: research and applications, vol., p.49-64, skatīt <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1789394.1789404>
- [ESDAA] – Grambow G., Oberhauser R. & Reichert M., "Employing Semantically Driven Adaptation for Amalgamating Software Quality Assurance with Process Management", 2010, in ADAPTIVE'10, vol., p.58-67, skatīt [http://dbis.eprints.uni-ulm.de/683/1/ADAPTIVE2010\\_Grambow\\_e.pdf](http://dbis.eprints.uni-ulm.de/683/1/ADAPTIVE2010_Grambow_e.pdf)
- [MQP4PR] – Groener G. & Staab S., "Modeling and query pattern for process retrieval in OWL", 2009, in Proceedings of the fifth international conference on Knowledge capture, vol., p.189-190, skatīt <http://www.uni-koblenz.de/~staab/Research/Publications/2009/ISWC2009-process-retrieval-revised.pdf>
- [OBBPD] – Koschmider A. & Oberweis A., "Ontology based business process description", 2005, in Proceedings of the CAiSE, vol.5, p.321-333, skatīt <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.85.3988>
- [OBEA] – Kang D., Lee J., Choi S. & Kim K., "An ontology-based Enterprise Architecture", 2010, Expert Systems with Applications, vol.37, p.1456 - 1464, skatīt <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409006368>
- [OBRC] – Chiang T. J., Kouh J. S. & Chang R., "Ontology-based Risk Control for the Incident Management", 2009, IJCSNS, vol.9, p.181-189, skatīt [http://paper.ijcsns.org/07\\_book/200911/20091126.pdf](http://paper.ijcsns.org/07_book/200911/20091126.pdf)

- [OFSBPM] – Hepp M. & Roman D., "An Ontology Framework for Semantic Business Process Management", 2007, Information Systems Journal, vol.2007, p.1-18, skatīt <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.71.553&rep=rep1&type=pdf>
- [OIEBP] – Haller A., Oren E. & Kotinurmi P., "An ontology for internal and external business processes", 2006, in Proceedings of the 15th international conference on World Wide Web, vol., p.1055-1056, skatīt <http://doi.acm.org/10.1145/1135777.1136012>
- [owl2] – "OWL2", skatīt <http://www.w3.org/TR/owl2-syntax/#Introduction>
- [PMPO] – Hughes R., "Project management process ontologies: a proof of concept", 2010, in UK Academy for Information Systems Conference Proceedings, vol., p., skatīt <http://aisel.aisnet.org/ukais2010/30>
- [POOBKM] – Savvas I. & Bassiliades N., "A process-oriented ontology-based knowledge management system for facilitating operational procedures in public administration", 2009, Expert Systems with Applications, vol.36, p.4467 - 4478, skatīt <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417408002327>
- [rdf] – "The Resource Description Framework", skatīt <http://www.w3.org/RDF>
- [SaBPMo] – Di Francescomarino C., Ghidini C., Rospocher M., Serafini L. & Tonella P., "Semantically-aided business process modeling", 2009, in 8th International Semantic Web Conference (ISWC2009), vol., p., skatīt <http://data.semanticweb.org/conference/iswc/2009/paper/research/278>
- [SBPMEnv] – Dimitrov M., Simov A., Stein S. & Konstantinov M., "A BPMO Based Semantic Business Process Modelling Environment.", 2007, in SBPM, vol.251, p., skatīt <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/esws/sbpm2007.html#DimitrovSSK07>
- [SFfCM] – Kharbili M. E. & Pulvermüller E., "A Semantic Framework for Compliance Management in Business Process Management", 2009, in BPSC, vol.147, p.60-80, skatīt <http://www.informatik.uni-trier.de/~ley/db/conf/bpsc/bpsc2009.html>
- [super-onto] – "SUPER ontologies", skatīt <http://www.ip-super.org/content/view/129/136/>
- [SWIntO] – Oberle D., Ankolekar A., Hitzler P., Cimiano P., Sintek M., Kiesel M., Mougouie B., Baumann S., Vembu S., Romanelli M., Buitelaar P., Engel R., Sonntag D., Reithinger N., Loos B., Zorn H., Micelli V., Porzel R., Schmidt C., Weiten M., Burkhardt F. & Zhou J., "DOLCE ergo SUMO: On foundational and domain models in the SmartWeb Integrated Ontology (SWIntO)", 2007, Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, vol.5, p.156 - 174, skatīt <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570826807000273>
- [twouse] – "bpmnRefinement", skatīt <https://code.google.com/p/twouse/wiki/bpmnRefinement>
- [uml] – "UML aktivitāšu diagrammas", skatīt <http://www.uml.org/>
- [VPRwO] – Ren Y., Groener G., Lemcke J., Rahmani T., Friesen A., Zhao Y., Pan J. Z. & Staab S., "Validating Process Refinement with Ontologies.", 2009, The 22nd International Workshop on Description Logics (DL2009), vol., p., skatīt

[http://www.uni-koblenz.de/~staab/Research/Publications/2009/DL2009\\_ProcessRefinement.pdf](http://www.uni-koblenz.de/~staab/Research/Publications/2009/DL2009_ProcessRefinement.pdf)

## PIELIKUMI

## Risku un Procesa risku ontoloģiju piemērs

### 1. Risku ontoloģija

Datne : risks.owl

```
Prefix(xsd: =<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>)
Prefix(owl: =<http://www.w3.org/2002/07/owl#>)
Prefix(risks: =<http://www.vothesisweb.org/ontologies/2011/Risks.owl#>)
Prefix(xml: =<http://www.w3.org/XML/1998/namespace>)
Prefix(rdf: =<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>)
Prefix(rdfs: =<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>)
```

```
Ontology(<http://www.vothesisweb.org/ontologies/2011/Risks.owl>
```

```
Declaration(Class(risks:Delay))
SubClassOf(risks:Delay risks:Risk)
Declaration(Class(risks:Malfunction))
SubClassOf(risks:Malfunction risks:Risk)
Declaration(Class(risks:Risk))
Declaration(Class(risks:CriticalDelay))
SubClassOf(risks:CriticalDelay risks:Delay)
SubClassOf(risks:CriticalDelay risks:Risk)
Declaration(Class(risks:CriticalMalfunction))
SubClassOf(risks:CriticalMalfunction risks:Malfunction)
SubClassOf(risks:CriticalMalfunction risks:Risk)
Declaration(Class(risks:NA))
SubClassOf(risks:NA risks:Risk)
DisjointClasses(risks:NA risks:Malfunction)
DisjointClasses(risks:NA risks:Delay)
DisjointClasses(risks:Delay risks:Malfunction)
)
```

### 2. Procesa aktivitāšu – risku ontoloģija

Datne : IncorrectProcessRisks.owl

```
Prefix(xsd: =<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>)
Prefix(owl: =<http://www.w3.org/2002/07/owl#>)
```

```
Prefix(blproc: =<file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl#>)
```

```
Prefix(rsk: =<http://www.vothesisweb.org/ontologies/2011/Risks.owl#>)
Prefix(procrsk: =<http://www.vothesisweb.org/ontologies/2011/IncorrectProcessRisks.owl#>)
Prefix(xml: =<http://www.w3.org/XML/1998/namespace>)
Prefix(rdf: =<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>)
Prefix(rdfs: =<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>)
```

```
Ontology(<http://www.vothesisweb.org/ontologies/2011/IncorrectProcessRisks.owl>
```

```
Import(<file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl>)
```

```
Import(<http://www.vothesisweb.org/ontologies/2011/Risks.owl>)
```

```
SubClassOf(blproc:Activity ObjectUnionOf(ObjectAllValuesFrom(procrsk:hasRisks
ObjectIntersectionOf(ObjectComplementOf(rsk:NA) rsk:Risk))
ObjectIntersectionOf(ObjectAllValuesFrom(procrsk:hasRisks rsk:NA) procrsk:NotCovered)))
DisjointClasses(blproc:Activity rsk:Risk)
SubClassOf(blproc:Distribute_works_1 ObjectSomeValuesFrom(procrsk:hasRisks rsk:NA))
SubClassOf(blproc:Execute_works_1 ObjectSomeValuesFrom(procrsk:hasRisks rsk:CriticalDelay))
SubClassOf(blproc:Motivate_works_1 ObjectSomeValuesFrom(procrsk:hasRisks rsk:NA))
```

```

SubClassOf(blproc:Report_works_1 ObjectSomeValuesFrom(procrsk:hasRisks rsk:CriticalDelay))
SubClassOf(blproc:Report_works_1 ObjectSomeValuesFrom(procrsk:hasRisks rsk:CriticalMalfunction))
SubClassOf(blproc:Start_up_1 ObjectSomeValuesFrom(procrsk:hasRisks rsk:NA))
Declaration(Class(procrsk:NotCovered))
Declaration(Class(procrsk:Unknown))
SubClassOf(procrsk:Unknown rsk:NA)
SubClassOf(procrsk:Unknown rsk:Risk)
Declaration(Class(procrsk:UnusedRisk))
DisjointClasses(rsk:Risk blproc:Activity)
SubObjectPropertyOf(blproc:from procrsk:FROM)
Declaration(ObjectProperty(procrsk:FROM))
TransitiveObjectProperty(procrsk:FROM)
ObjectPropertyDomain(procrsk:FROM blproc:Activity)
ObjectPropertyRange(procrsk:FROM blproc:Activity)
Declaration(ObjectProperty(procrsk:hasRisks))
InverseObjectProperties(procrsk:hasRisks procrsk:isRiskOf)
ObjectPropertyDomain(procrsk:hasRisks blproc:Activity)
ObjectPropertyRange(procrsk:hasRisks rsk:Risk)
Declaration(ObjectProperty(procrsk:isRiskOf))
InverseObjectProperties(procrsk:hasRisks procrsk:isRiskOf)
ObjectPropertyDomain(procrsk:isRiskOf rsk:Risk)
ObjectPropertyRange(procrsk:isRiskOf blproc:Activity)
Declaration(NamedIndividual(procrsk:CritDela1))
ClassAssertion(rsk:CriticalDelay procrsk:CritDela1)
Declaration(NamedIndividual(procrsk:CritMalf1))
ClassAssertion(rsk:CriticalMalfunction procrsk:CritMalf1)
)

```

## Procesa ontoloģijas piemērs

Procesa ontoloģijas piemērs detalizēšanas validēšanai, ģenerēta ar TwoUse Toolkit (skatīt [twouse]) no procesa diagrammām (abstraktās un specifiskās).

Datne : BaselineProcess\_IncorrectProcess\_bpmn2owl.owl

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl#"
  xml:base="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">

<owl:Ontology
  rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl"/>
  <!--
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////
  //
  // Object Properties
  //
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////
  -->

  <!--
  file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl#from -->

  <owl:ObjectProperty
  rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl#from">
    <rdfs:domain
  rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>
    <rdfs:range
  rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!--
  file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl#to -->

  <owl:ObjectProperty
  rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl#to">
    <rdfs:domain
  rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>
```

```

<rdfs:range
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>

<owl:inverseOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#from"/>
</owl:ObjectProperty>
<!--
////////////////////////////////////
//
// Classes
//
////////////////////////////////////
-->

<!--
file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProces
s_bpmn2owl.owl#Activity -->

<owl:Class
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>

<!--
file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProces
s_bpmn2owl.owl#Distribute_works_1 -->

<owl:Class
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Distribute_works_1">

<rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>

<rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Initialize_works"/>
<rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>

<owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#from"/>

<owl:someValuesFrom
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Start_up_1"/>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>

<owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#to"/>

<owl:someValuesFrom
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Execute_works_1"/>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

<!--
file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProces
s_bpmn2owl.owl#End -->

<owl:Class
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#End">

```

```

<rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#from"/>
        <owl:someValuesFrom
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Motivate_works_1"/>
          </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
      <rdfs:subClassOf>
        <owl:Class>
          <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
            <rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Invalid"/>
              <owl:Class>
                <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
                  <owl:Restriction>
                    <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#from"/>
                      <owl:allValuesFrom>
                        <owl:Class>
                          <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                            <rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Finish_works"/>
                              </owl:unionOf>
                            </owl:Class>
                            </owl:allValuesFrom>
                          </owl:Restriction>
                        </owl:intersectionOf>
                      </owl:Class>
                    </owl:unionOf>
                  </owl:Class>
                </owl:unionOf>
              </owl:Class>
            </owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          </owl:disjointWith
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Finish_works"/>
            <owl:disjointWith
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Initialize_works"/>
            <owl:disjointWith
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Start"/>
              </owl:Class>
            </owl:Class>
          </owl:Class>
        </owl:Class>
      </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>
  </owl:Class>
</owl:Class>
<!--
file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProces
s_bpmn2owl.owl#Execute_works_1 -->
  <owl:Class
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Execute_works_1">

```

```

<rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>

<rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Finish_works"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>

      <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#to"/>

        <owl:someValuesFrom
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Report_works_1"/>
          </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
      <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>

          <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#from"/>

            <owl:someValuesFrom
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Distribute_works_1"/>
              </owl:Restriction>
            </rdfs:subClassOf>
          </owl:Class>

        <!--
file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProces
s_bpmn2owl.owl#Finish_works -->

          <owl:Class
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Finish_works">

            <rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>
              <rdfs:subClassOf>
                <owl:Class>
                  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">

                    <rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Invalid"/>
                      <owl:Class>
                        <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
                          <owl:Restriction>

                            <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#from"/>
                              <owl:allValuesFrom>
                                <owl:Class>
                                  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">

                                    <rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Finish_works"/>
                                      <rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Initialize_works"/>
                                        </owl:unionOf>
                                  </owl:unionOf>
                                </owl:unionOf>
                              </owl:unionOf>
                            </owl:unionOf>
                          </owl:unionOf>
                        </owl:unionOf>
                      </owl:unionOf>
                    </owl:unionOf>
                  </owl:unionOf>
                </owl:unionOf>
              </owl:unionOf>
            </owl:unionOf>
          </owl:unionOf>
        </owl:unionOf>
      </owl:unionOf>
    </owl:unionOf>
  </owl:unionOf>

```

```

        </owl:Class>
        </owl:allValuesFrom>
    </owl:Restriction>
    <owl:Restriction>
        <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#to"/>
        <owl:allValuesFrom>
            <owl:Class>
                <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                    <rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Inco
rrectProcess_bpmn2owl.owl#End"/>
                    <rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Inco
rrectProcess_bpmn2owl.owl#Finish_works"/>
                </owl:unionOf>
            </owl:Class>
        </owl:allValuesFrom>
    </owl:Restriction>
    <owl:intersectionOf>
        <owl:Class>
            <owl:unionOf>
                <owl:Class>
                    </rdfs:subClassOf>
                <owl:disjointWith
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Initialize_works"/>
                <owl:disjointWith
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Start"/>
            </owl:Class>
        </owl:Class>
    </owl:intersectionOf>
    <!--
file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProces
s_bpmn2owl.owl#Initialize_works -->
        <owl:Class
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Inco
rrectProcess_bpmn2owl.owl#Initialize_works">
            <rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>
            <rdfs:subClassOf>
                <owl:Class>
                    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                        <rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Inco
rrectProcess_bpmn2owl.owl#Invalid"/>
                        <owl:Class>
                            <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
                                <owl:Restriction>
                                    <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#from"/>
                                    <owl:allValuesFrom>
                                        <owl:Class>
                                            <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">

```

```

<rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Initialize_works"/>

<rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Start"/>
    </owl:unionOf>
    </owl:Class>
    </owl:allValuesFrom>
</owl:Restriction>
<owl:Restriction>

<owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#to"/>
    <owl:allValuesFrom>
    <owl:Class>
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">

<rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Finish_works"/>

<rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Initialize_works"/>
    </owl:unionOf>
    </owl:Class>
    </owl:allValuesFrom>
    </owl:Restriction>
    </owl:intersectionOf>
    </owl:Class>
    </owl:unionOf>
    </owl:Class>
</rdfs:subClassOf>

<owl:disjointWith
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Start"/>
    </owl:Class>

<!--
file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProces
s_bpmn2owl.owl#Invalid -->

    <owl:Class
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Invalid"/>

<!--
file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProces
s_bpmn2owl.owl#Motivate_works_1 -->

    <owl:Class
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Motivate_works_1">

    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>

    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Initialize_works"/>
    <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>

```

```

                                                                    <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#from"/>
                                                                    <owl:someValuesFrom
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Report_works_1"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
                                                                    <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#to"/>
                                                                    <owl:someValuesFrom
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#End"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
                                                                    <!--
file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProces
s_bpmn2owl.owl#Report_works_1 -->
                                                                    <owl:Class
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Report_works_1">
                                                                    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>
                                                                    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Finish_works"/>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
                                                                    <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#from"/>
                                                                    <owl:someValuesFrom
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Execute_works_1"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
                                                                    <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#to"/>
                                                                    <owl:someValuesFrom
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Motivate_works_1"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
                                                                    <!--
file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProces
s_bpmn2owl.owl#Start -->
                                                                    <owl:Class
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Start">

```

```

<rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#to"/>
        <owl:someValuesFrom
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Start_up_1"/>
          </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
      <rdfs:subClassOf>
        <owl:Class>
          <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
            <rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Invalid"/>
              <owl:Class>
                <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
                  <owl:Restriction>
                    <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#to"/>
                      <owl:allValuesFrom>
                        <owl:Class>
                          <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                            <rdf:Description
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Initialize_works"/>
                              </owl:unionOf>
                            </owl:Class>
                            </owl:allValuesFrom>
                          </owl:Restriction>
                        </owl:intersectionOf>
                      </owl:Class>
                    </owl:unionOf>
                  </owl:Class>
                </rdfs:subClassOf>
              </owl:Class>
            </owl:unionOf>
          </owl:Class>
        </rdfs:subClassOf>
      </owl:Class>
    </owl:Class>
  </owl:Class>
<!--
file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_IncorrectProces
s_bpmn2owl.owl#Start_up_1 -->
  <owl:Class
rdf:about="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_Incor
rectProcess_bpmn2owl.owl#Start_up_1">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Activity"/>
      <rdfs:subClassOf
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Initialize_works"/>
        <rdfs:subClassOf>
          <owl:Restriction>
            <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#from"/>
              <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#from"/>
                </owl:onProperty>
              </owl:onProperty>
            </owl:Restriction>
          </owl:Class>
        </rdfs:subClassOf>
      </owl:Class>
    </owl:Class>
  </owl:Class>

```

```

                                                                    <owl:someValuesFrom
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Start"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
                                                                    <owl:onProperty
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#to"/>
                                                                    <owl:someValuesFrom
rdf:resource="file:///home/valdis/workspaces/helios_classic_twouse/TwoUseTestProj/models/BaselineProcess_In
correctProcess_bpmn2owl.owl#Distribute_works_1"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
</rdf:RDF>

<!-- Generated by the OWL API (version 3.0.0.1413) http://owlapi.sourceforge.net -->

```

Maģistra darbs: **Ontoloģiju izmantošana pārvaldības procesu vadībā.**

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai. Piekrītu sava darba publicēšanai internetā.

Autors: \_\_\_\_\_

(Autora paraksts)

Ar savu parakstu apliecinu, ka esmu lasījis augstāk minēto maģistra darbu un atzīstu to par **p i e m ē r o t u / n e p i e m ē r o t u** (nevajadzīgo svītrot) aizstāvēšanai Latvijas Universitātes datorzinātņu maģistrantūrā.

Darba vadītājs: \_\_\_\_\_

(Vadītāja paraksts)

Darbs iesniegts datorzinātņu **maģistrantūras sekretariātā** \_\_\_\_\_.

(Iesniegšanas datums)

Ar šo es apliecinu, ka darba elektroniskā versija ir augšupielādēta LU informatīvajā sistēmā.

Studiju metodiķe: \_\_\_\_\_.

(Metodiķes paraksts)

Recenzents: Dr.hab.dat. Audris Kalniņš (parakstu nevajag)

Darbs aizstāvēts maģistra gala pārbaudījuma komisijas sēdē

\_\_\_\_\_ prot. Nr. \_\_\_\_\_, vērtējums \_\_\_\_\_

(Darba aizstāvēšanas datums)

Komisijas sekretārs: \_\_\_\_\_

(Sekretāra paraksts)