



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

FUNDAMENTINIŲ MOKSLŲ FAKULTETAS

INFORMACINIŲ SISTEMŲ KATEDRA

Raimonda Paunksnytė

KONTEKSTUI JAUTRIŲ VERSLO PROCESŲ MODELIAVIMO TYRIMAS

RESEARCH OF CONTEXT-AWARE BUSINESS PROCESS MODELLING

Baigiamasis magistro darbas

Informacinių sistemų programų inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 6211BX017

Informacinių sistemų specializacija

Informatikos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas: dr. Kęstutis Normantas

Vilnius, 2020

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
FUNDAMENTINIŲ MOKSLŲ FAKULTETAS
INFORMACINIŲ SISTEMŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

Prof. dr. Dalius Mažeika

(Vardas, pavardė)

2020-05-27

(Data)

Raimonda Paunksnytė

KONTEKSTUI JAUTRIŲ VERSLO PROCESŲ MODELIAVIMO TYRIMAS
RESEARCH OF CONTEXT-AWARE BUSINESS PROCESS MODELLING

Baigiamasis magistro darbas

Informacinių sistemų programų inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 6211BX017

Informacinių sistemų specializacija

Informatikos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas

dr. Kęstutis Normantas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

2020-05-27

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas dr. Vaida Buivydienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

BD darbas peržiūrėtas 2020 05 27 lietuvių
konsultantės V. Buivydienės

R. Ciurlienė

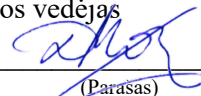
(Parašas)

Vilnius, 2020

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
FUNDAMENTINIŲ MOKSLŲ FAKULTETAS
INFORMACINŲ SISTEMŲ KATEDRA

..... Informatikos inžinerijos studijų kryptis
..... Informacinių sistemų programų studijų programa, valstybinis kodas 6211BX017
..... inžinerijos
..... Informacinių sistemų specializacija

TVIRTINU
Katedros vedėjas



Prof. dr. Dalius Mažeika

(Vardas, pavardė)

2020-05-27

(Data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

..... Nr.

Vilnius

Studentui (ei) Raimondai Paunksnytei
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Kontekstui jautrių verslo procesų modeliavimo tyrimas
..... Research of Context-Aware Business Process Modelling
.....

patvirtinta 2018m. spalio 26 d. dekanų potvarkiu Nr. 413fm

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2020m. birželio 3 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

1. Atlikti literatūros, susijusios su verslo procesų modeliavimu ir simuliacija bei kontekstui jautriais verslo procesais, analizę.
2. Išnagrinėti ir palyginti kontekstui jautrių verslo procesų modeliavimo metodus, išanalizuoti konteksto meta-modelius bei konteksto modelius, atlikti verslo procesų simuliacijos priemonių ir įrankių analizę.
3. Remiantis analize sukonkretinti ir praplėsti konteksto modelį, aprašyti kontekstui jautrios modeliavimo kalbos semantiką, taisykles, specifikuoti simuliacijai reikalingus parametrus.
4. Atlikti sukurto modelio praktinį pritaikymą, naudojantis UML profiliavimo mechanizmu paremtu plėtiniu, patikrinti sukurto modeliavimo kalbos savybes simuliacijos būdu, išanalizuoti ir pateikti eksperimentinio tyrimo rezultatus ir suformuoti galutines išvadas.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

.....
.....
.....
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas
(Parašas)

..... Dr. Kęstutis Normantas
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....
(Parašas)
Raimonda Paunksnytė
(Vardas, pavardė)
.....
(Data)

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe yra nagrinėjamas kontekstui jautrių verslo procesų modeliavimas. Analizės ir modeliavimo sistemų vystymo fazėje analitikams yra svarbu identifikuoti, kokia kontekstinė informacija yra aktuali ir gali daryti įtaką verslo procesams, tokiu būdu padedant įvertinti galimą konteksto poveikį galimai verslo procesų eigai bei baigčiai. Šiame darbe analizuojamos jau egzistuojančios konteksto išgavimo bei modeliavimo galimybės. Remiantis atlikta literatūros analize apsibrėžti siekiami įgyvendinti reikalavimai konteksto modeliui ir pasiūlytas konteksto meta-modelis, pateikta jo specifikacija. Šis modelis yra konvertuotas į konteksto profilio modelį, kuris leidžia išplėsti kontekstinių elementų savybes ir taikyti jį skirtinguose verslo procesų modeliuose. Taip pat įgyvendinta modelio pakartotinio panaudojimo reikalavimas. Galiausiai konteksto profilio modelis yra eksperimentiniu būdu pritaikytas įvairiuose BPMN ir UML verslo procesų modeliuose bei validuotas patikrinant jo korektiškumą.

Darbo apimtis – 74 p. teksto be priedų, 24 iliustr., 6 lent., 31 bibliografiniai šaltiniai.

Summary

The area of research of this final master's thesis is the modelling of context-aware business processes. In the systems development phase of analysis and modelling, it is important for analysts to identify what contextual information is relevant and can influence business processes, thus helping to evaluate the potential impact of the context on the flow and the outcome of the business process. This paper analyses the already existing possibilities of eliciting and modelling contextual information. Based on the analysed scientific literature, the requirements for context model are defined, the context meta-model is proposed, and its specification is described. Then context model is converted into a context profile model that allows to extend the properties of contextual elements and apply them to different models of business processes. The requirement for model reusability has also been implemented. Finally, the context profile model is experimentally applied in various BPMN and UML business process models and validated by checking its correctness and completeness.

The thesis consists of 74 pages of text without appendices, 24 figures, 6 tables and 31 references.

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Raimonda Paunksnytė, 20170258

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Fundamentinių mokslų fakultetas

(Fakultetas)

Informacinių sistemų programų inžinerija, ISIfm-18

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)

SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2020 m. birželio 03 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Kontekstui jautrių verslo procesų modeliavimo tyrimas“ patvirtintas 2018 m. spalio 26 d. dekanų potvarkiu Nr. 413fm, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Mano darbo vadovas daktaras Kęstutis Normantas.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs (-usi).

(Parašas)

Raimonda Paunksnytė

(Vardas ir pavardė)

SUTIKIMAS DĖL ASMENS DUOMENŲ NAUDOJIMO

2020-06-03

(Data)

Šiuo sutikimu aš, Raimonda Paunksnytė (toliau – Duomenų subjektas) sutinku, kad Vilniaus Gedimino technikos universitetas, juridinio asmens kodas 111950243, adresas Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius (toliau – Duomenų valdytojas), tvarkytų mano asmens duomenis kitų studentų mokymosi tikslu. T. y. tvarkytų (*pažymėkite tinkamą*):

- ☐ vardą, pavardę, bakalauro baigiamąjį darbą;
- ☐ bakalauro baigiamąjį darbą, nenurodant vardo, pavardės;
- ☐ vardą, pavardę, magistro baigiamąjį darbą;
- ☒ magistro baigiamąjį darbą nenurodant vardo, pavardės.

Šiuo tikslu tvarkomų asmens duomenų Duomenų valdytojas neperduos jokiems tretiesiems asmenims, studentams su baigiamaisiais darbais bus leidžiama susipažinti vidinėje informacinėje sistemoje. Duomenų subjekto asmens duomenys šiuo tikslu bus naudojami ne ilgiau nei 5 metai.

Šiuo sutikimu Duomenų subjektas patvirtina, kad yra supažindintas su šiomis teisėmis:

- Susipažinti su savo duomenimis ir kaip jie yra tvarkomi (teisė susipažinti);
- Reikalauti ištaisyti arba, atsižvelgiant į asmens duomenų tvarkymo tikslus papildyti asmens neišsamius asmens duomenis (teisė ištaisyti);
- Savo duomenis sunaikinti arba sustabdyti savo duomenų tvarkymo veiksmus (išskyrus saugojimą) (teisė sunaikinti ir teisė „būti pamirštam“);
- Reikalauti, kad asmens duomenų valdytojas apribotų asmens duomenų tvarkymą (teisė apriboti);
- Teisė į duomenų perkėlimą (teisė perkelti);
- Nesutikti, kad būtų tvarkomi asmens duomenys, kai šie duomenys tvarkomi ar ketinami tvarkyti kitais tikslais;
- Pateikti skundą Valstybinei duomenų apsaugos inspekcijai;

Duomenų subjektas turi teisę bet kuriuo metu atšaukti savo sutikimą.

[Duomenų subjekto vardas, pavardė, parašas]

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	11
LENTELIŲ SĄRAŠAS	11
SANTRUMPOS.....	13
ĮVADAS.....	14
Tyrimo objektas.....	14
Darbo tikslas ir uždaviniai.....	14
Temos naujumas.....	15
Temos aktualumas.....	15
Tyrimo metodika	15
Darbo rezultatai.....	15
Darbo struktūra.....	16
Darbo aprobacija.....	16
1. SUSIJUSIOS MOKSLINĖS LITERATŪROS ANALIZĖ	17
1.1. Įvadas.....	17
1.2. Verslo procesų modelis	17
1.2.1. Verslo proceso apibrėžimas.....	17
1.2.2. Verslo procesų valdymas.....	18
1.2.3. Verslo procesų modeliavimas	18
1.2.3.1. <i>Verslo procesų modeliavimo kalbos, metodai, technikos.....</i>	<i>19</i>
1.2.4. Kontekstui jautrių verslo procesų modeliavimas	25
1.2.4.1. <i>Konteksto samprata.....</i>	<i>25</i>
1.2.4.2. <i>Kontekstas verslo procesų modeliavimo kalbose</i>	<i>27</i>
1.3. Verslo procesų konteksto modelis	29
1.3.1. Modelio savybės.....	29
1.3.2. Konteksto įtaka.....	31
1.3.3. Konteksto veiksniai	32

1.4.	Konteksto modelio sudarymo technikos	33
1.4.1.	Išorinio konteksto identifikavimo metodas	35
1.4.2.	„ContextUML“ modeliavimo kalba	36
1.4.3.	Konteksto modelis kūrimas remiantis ontologija	39
1.4.4.	CPN plėtinys.....	39
1.4.5.	Bendrinis konteksto modelis paremtas ontologija.....	40
1.4.6.	Kontekstas išplečiantis verslo procesų modelius	43
1.4.7.	Meta-modeliu paremtas plėtinys kontekstui jautriems VP.....	45
1.5.	Verslo procesų konteksto modelis procesų simuliacijoje	46
1.5.1.	Kontekstas simuliacijoje.....	46
1.5.2.	Įgyvendinimas priemonėse.....	47
1.5.3.	Simuliacijos įrankių palyginimas	50
1.6.	Skyriaus išvados	51
2.	PROJEK TINĖ DALIS	52
2.1.	Įvadas.....	52
2.2.	Verslo procesų konteksto modeliavimo reikalavimai	52
2.3.	Gyvavimo ciklas	52
2.4.	Susiejimas su verslo procesų meta-modeliu.....	54
2.5.	Konteksto modelis	55
2.5.1.	Apibrėžimai	57
2.5.2.	Taisyklės.....	59
2.6.	Skyriaus išvados	60
3.	EKSPERIMENTINĖ DALIS.....	61
3.1.	Įvadas.....	61
3.2.	Pasiūlymo įgyvendinimas: stereotipų modelis kontekstui paremtas UML profiliavimo technika	61
3.3.	Modelio validavimas ir patikrinimas	62
3.3.1.	Veikimo patikrinimas	63

3.3.2. Profilio pritaikomumas.....	64
3.4. Konteksto modeliavimas ir pritaikymas konkrečioje dalykinėje srityje.	65
3.5. Skyriaus rezultatai	70
IŠVADOS	71
LITERATŪRA.....	72

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Petri tinklų proceso pavyzdinė diagrama (pagal <i>Giaglis 2001</i>)	20
2 pav. RAD notacija (pagal <i>Giaglis 2001</i>).....	22
3 pav. Proceso diagramos pavyzdys naudojant BPMN 2.0 standartą	23
4 pav. Tipinė orkestracijos BPMN modelio diagrama (pagal <i>White, Miers 2008</i>).....	23
5 pav. Choreografijos BPMN modelio diagrama (pagal <i>White, Miers 2008</i>).....	24
6 pav. Bendradarbiavimo BPMN modelio pavyzdys (pagal <i>White, Miers 2008</i>).....	25
7 pav. Išorinio konteksto kategorijos (pagal <i>Ramos, Baiao 2010</i>)	36
8 pav. „ContextUML“ meta-modelis (pagal <i>Sheng, Benatallah 2005</i>).....	37
9 pav. Konteksto meta-modelis (pagal <i>Saidani, Rolland, Nurcan 2015</i>).....	41
10 pav. Bendrinis konteksto modelis (pagal <i>Saidani, Rolland, Nurcan 2015</i>).....	43
11 pav. Išplėstas verslo proceso meta-modelis (pagal <i>Rosemann, Recker, Flender (2008)</i>	44
12 pav. Konteksto plėtinio meta-modelis (pagal <i>Dörndorfer, Seel 2017</i>)	46
13 pav. Sistemų vystymo ir kūrimo gyvavimo ciklas	53
14 pav. Procesas, kuriant kontekstui jautresius verslo procesus	54
15 pav. Konteksto įtaka verslo procesų veikimui (pagal <i>O Saidani & Nurcan 2007</i>)	55
16 pav. Konteksto meta-modelis.....	56
17 pav. Stereotipų modelis kontekstui paremtas UML profiliavimo technika	62
18 pav. Konteksto profilio modelio patikrinimas	63
19 pav. Konteksto profilio modelio panaudojimas išoriniuose projektuose	65
20 pav. Konteksto duomenų modelis sporto klubo dalykinėje srityje	66
21 pav. Konteksto profilio elementų pritaikymas BPMN verslo proceso „Narystės sutarties sporto klube sudarymas“ modeliavime	67
22 pav. Konteksto profilio elementų pritaikymas UML veiklos diagramoje verslo proceso „Narystės sutarties sporto klube sudarymas“ modeliavime	68
23 pav. Verslo procesas „Pateikti mokėjimą ir sąskaitą-faktūrą“ pritaikius konteksto profilio modelio elementus	69
24 pav. Verslo proceso „Pateikti kliento duomenis“ koncepcinis modelis pritaikius konteksto profilio modelio elementus	69

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Populiarių procesų modeliavimo technikų palaikomų perspektyvų palyginimas (pagal <i>Rosemann et al. 2006</i>).....	28
--	----

2 lentelė. Kontekstui jautrios technikos (pagal Ploesser et al. 2009).....	33
3 lentelė. Išsikelti reikalavimai plėtiniui (pagal Dörndorfer, Seel 2017).....	45
4 lentelė. Verslo procesų simuliacijos įrankių palyginimas.....	50
5 lentelė. Konteksto meta-modelio apibrėžimų specifikacija	58
6 lentelė. Konteksto modeliavimo taisyklių ribojimų aprašymas	60

SANTRUMPOS

ECA – įvykis, sąlyga, veiksmas (angl. *Event-Condition-Action*);

BPM – verslo procesų valdymas (angl. *Business Process Management*);

BPMN – verslo procesų modeliavimo notacija (angl. *Business Process Modelling and Notation*);

CPN – spalvoti Petri tinklai (angl. *Colored Petri Nets*);

DSML – specifinė domeno modeliavimo kalba (angl. *Domain Specific Modeling Language*)

KJP – kontekstui jautri paslauga;

OCL – objektų ribojimo kalba (angl. *Object Constraint Language*);

OWL – žiniatinklio ontologijos kalba (angl. *Web Ontology Language*)

VP – verslo procesas;

VT – verslo taisyklė;

Žiniatinklio paslaugos (angl. *Web services*).

IVADAS

Šių laikų verslas nuolat susiduria su verslo procesais savo kasdienėje veikloje. Kaip teigia Saidani et al. (2007), dėl ekonominio ir technologinio progreso klientų lūkesčiai yra dažnai netikslūs ir skirtingi dėl konteksto, todėl su kontekstu susijusios žinios tampa esminiu šaltiniu pritaikant verslo procesus. Kiekvienas verslo procesas gali būti vykdomas skirtingai, priklausomai nuo jį veikiančių išteklių ar konteksto. Tai reiškia, kad pagal tai koks kontekstinis išteklius veikia tam tikrą verslo proceso veiklą ar kelias veiklas, gali būti atliekamas skirtingas šių veiklų vykdymo eiliškumas, pasirenkamas skirtingas veikimo kelias ar išsišakojimo taškai. Taip pat tai reiškia, kad verslo procesai yra jautrūs kontekstui. Verslo procesai yra aprašomi, kaip statiniai, nustatytu eiliškumu veikianti verslo veiklų seka, kuri kuria pridėtinę vertę klientui. Jeigu į modelį įtraukiamos ir alternatyvios sekos – keliai, priklausantys nuo konteksto, tokie procesai tampa ilgi ir ypač išplėsti, sunkiai suprantami. Verslo procesus išplečia ir kiekvieno tokio paties proceso modeliavimas skirtingomis versijomis. Taigi iškyla problema, kaip modeliuoti ir simuliuoti verslo procesų modelius, kad verslo procesai, atsižvelgiantys į kontekstą, netaptų pertekliniai ar itin sudėtingi bei kai žinoma, jog kontekstas ir ištekliai nuolat kinta. Šioje srityje trūksta metodo, kuris padėtų lengviau ir patogiau identifikuoti ir modeliuoti kontekstą, jį pritaikyti skirtinguose modeliuose, pagreitinėtų modelio kūrimą ir praplėstų jo savybes, paruoštų tokių modelių simuliacijai.

Tyrimo objektas

Šio darbo tyrimo objektas yra kontekstui jautrūs verslo procesai bei konteksto modelis.

Darbo tikslas ir uždaviniai

Šio darbo tikslas – pagerinti verslo procesų konteksto specifikavimą verslo procesų modeliuose.

Šiam tikslui pasiekti yra suformuluoti tokie uždaviniai:

1. Atlikti literatūros, susijusiais su verslo procesų modeliavimu ir simuliacija bei kontekstui jautriais verslo procesais, analizę. Išnagrinėti ir palyginti kontekstui jautrių verslo procesų modeliavimo metodus, išanalizuoti esamus konteksto metamodelius, atlikti verslo procesų simuliacijos priemonių ir įrankių analizę.
2. Remiantis analize išsikelti modeliui svarbius reikalavimus, sukonkretinti ir specifikuoti konteksto meta-modelį, aprašyti kontekstui jautrios modeliavimo kalbos semantiką, taisykles, parametrus.
3. Atlikti sukurtą modelio praktinį pritaikymą, naudojantis UML profiliavimo mechanizmu paremtu plėtiniu, patikrinti sukurtos modeliavimo kalbos savybes ir paruošti modelį

tolimesniam simuliacijos procesui, išanalizuoti ir pateikti eksperimentinio tyrimo rezultatus ir suformuoti galutines išvadas.

Temos naujumas

Verslo procesų modeliavimas, kai jie yra veikiami įvairios kontekstinės informacijos, nėra visiškai nauja tema tyrėjams, tačiau besikeičiantys ištekliai ir kontekstas yra itin svarbus faktorius ne tik versle, bet ir įvairiose mokslo srityse – dirbtinis intelektas, rekomenduojamosiose (Adomavicius, Tuzhilin 2015) ir kitose sistemose, žinių valdymo, informacinių sistemų projektavimo, kompiuterių mokslo. Todėl ši sritis nėra iki galo išnagrinėta ir ja aktyviai domimasi.

Temos aktualumas

Šių laikų versle, kai viskas nuolatos juda ir kinta, įskaitant verslo procesus bei jų veiklas, žmogiškuosius, finansinius, materialinius išteklius, įvairią informaciją ar žinias, išlieka ypač svarbu greitai ir sėkmingai reaguoti į šiuos pokyčius. Todėl reikia atsižvelgti į šią kaitą, kurią ir sukelia įvairialypė kontekstinė aplinka. Jau tapo suprantama, kad vienas verslo procesas, paveiktas vieno konteksto, nebus visiškai tinkamas kitame kontekste, o tai ir sukelia poreikį verslo procesams adaptuotis ir prisitaikyti prie pokyčių.

Tyrimo metodika

Analitinėje šio tiriamojo darbo dalyje, atliekant verslo procesų, konteksto, išteklių modeliavimo ir simuliacijos susijusią mokslinės literatūros analizę, buvo naudojami bibliotekinio tyrimo ir lyginamosios analizės metodai. Kontekstui jautrių verslo procesų modeliavimo metodai, įgyvendinimo būdai buvo palyginti, atsižvelgiant į jų privalumus ir trūkumus, išanalizuoti kontekstui jautrių verslo procesų simuliacijai naudojami įrankiai. Modeliui apibrėžti buvo panaudotas koncepcinio modeliavimo metodas.

Darbo rezultatai

Atlikus mokslinės literatūros analizę buvo išanalizuotos pagrindinės naudojamos sąvokos ir terminai, konteksto meta-modeliai, jų sudarymo reikalavimai bei kriterijai, susiję su nagrinėjama tema bei problemine sritimi, o tai leido geriau ištirti ir apibrėžti sprendžiamą problemą, pasirinkti tolesnę šio darbo tyrimo kryptį. Atlikta verslo procesų simuliacijos įrankių analizė ir šių priemonių palyginimas, pastebėta, kad įrankiai nėra pritaikyti modeliuoti verslo procesus veikiantį kontekstą. Atsižvelgus į šią analizę, pasiūlytas konteksto modelis ir jo specifikacija. Naudojantis UML profiliavimo technika buvo

sukurtas konteksto profilio modelis ir atliktas eksperimentas, parodantis pasiūlymo įgyvendinimą bei sprendimo pritaikomumą.

Darbo struktūra

Įvade iškeliamą problema, suformuluojami darbo tikslas ir uždaviniai, aprašoma šio tiriamojo darbo temos aktualumas bei tyrinėjamos srities naujumas. Pirmame skyriuje yra aprašoma susijusios mokslinės literatūros analizė ir analizuojamas verslo procesų valdymo srities kontekstas, jo išgavimo metodai, konteksto meta-modeliai bei modeliai, technikos, atliekamas verslo procesų simuliacijos įrankių palyginimas. Antrajame skyriuje pateikiamas siūlomas konteksto modeliavimo kalbos metodas ir specifikacija. Trečiame skyriuje yra aprašomas eksperimentinis tyrimas, kuris atliekamas konvertuojant pasiūlytą konteksto meta-modelį į konteksto stereotipų modelį, jis patikrinamas panaudojant menamoje dalykinėje srityje bei aprašomi gauti rezultatai.

Darbo aprobacija

Pranešimas, parengtas pagal šį tiriamąjį darbą, buvo perskaitytas:

1. 2020 m. balandžio 15 dieną Vilniaus Gedimino technikos universitete vykusioje jaunųjų mokslininkų konferencijoje „Mokslas – Lietuvos ateitis“.

1. SUSIJUSIOS MOKSLINĖS LITERATŪROS ANALIZĖ

1.1. Įvadas

Darbo problemai spręsti, buvo siekiama atsakyti į šiuos tyrimo klausimus:

- 1 Kokio konteksto parametrai naudojami modeliuojant, simuliuojant, analizuojant verslo procesus?
- 2 Konteksto veiksmų išgavimas ir modeliavimas? (kaip išgaunama informacija ir kaip duomenys modeliuojami?)

Šiame skyriuje bus apibrėžiami dalykinės srities sąvokos ir terminai ir atliekama kontekstui jautrių verslo procesų modeliavimo ir simuliacijos mokslinės literatūros analizė, aptarti naudojami metodai ir jų palyginimas. Pateikta informacija ir terminai bus toliau naudojami šiame tiriamajame darbe, taip siekiant išvengti dviprasmiškumo.

Be to, bus nagrinėjama konteksto svarba bei padėtis verslo procesų valdymo srityje, kaip kontekstas siejasi su verslo procesais. Analizuojami įvairūs konteksto išgavimo būdai, metodai, skirti kontekstui modeliuoti. Taip pat šiame skyriuje yra analizuojami ir apžvelgiami konteksto modeliai bei meta-modeliai, išskiriami svarbiausi kontekstiniai elementai bei technikos, kurios leidžia geriau apibrėžti kontekstinę informaciją.

1.2. Verslo procesų modelis

1.2.1. Verslo proceso apibrėžimas

Verslo procesas (VP) yra visuma darbų (veiklų), kuriuos organizacija atlieka, siekdama sukurti vertę klientui (tiesiogiai ar netiesiogiai) ir pasiekti užsibrėžtą tikslą, t. y. jis apima pagal tam tikrą eiliškumą sudarytą verslo veiklų ir palaikomosios informacijos (kontekstas, ištekliai) seką (Rima, Vasilecas 2015). Mejia Bernal et al. (2010) taip pat nurodo, kad verslo procesas nusako kontekstą bei loginius ryšius tarp veiklų. Jis specifikuoja iššaukimo tvarką (kontrolės srautas) ir duomenų perdavimo taisyklės (duomenų srautas). Pažymėtina, kad tokios veiklos pagamina tam tikrą išėigą, susietą su specifiniais tikslais, kuri kuria vertę klientui. Taigi kai yra kalbama apie procesą, svarbu akcentuoti, jog proceso metu vyksta transformacija: proceso įvestis yra transformuojama ir gaunama išvestis, kuri ir yra proceso rezultatas. Tačiau išvestis gali kisti, priklausomai nuo procesą veikiančio konteksto. Verslo procesai gali būti modeliuojami nuo aukščiausio abstrakcijos lygmens iki žemiausio, pasirenkant tokį detalumo lygį, koks tenkina proceso kūrėjus ir naudotojus. Verslo procesai priklauso nuo verslo taisyklių – direktyvų, kurios apibūdina arba riboja tam tikrą verslo aspektą (Mejia Bernal et al. 2010).

1.2.2. Verslo procesų valdymas

Kiekviena organizacija stengiasi nuolat palaikyti, optimizuoti, pagerinti ir valdyti savo verslo procesus, suprasdama, kad nekoordinuotos ir neapibrėžtos verslo veiklos negali būti naudingos tiek vidiniams darbuotojams, tiek išoriniams klientams. Šis fundamentinis supratimas ir yra verslo proceso valdymo BPM (angl. *Business Process Management*) centre: tai valdymo filosofija, sukoncentruota pagerinti operacinius organizacijos procesus, sumažinti procesų suvokimo sudėtingumą. Taip pat tai moderni valdymo metodika, gerinanti organizacijos veiklą identifikuojant, organizuojant ir nuolat optimizuojant organizacijos verslo procesus (Rosemann et al. 2006). Ji sujungia organizacijos verslo procesus su klientų poreikiais. Kuo ilgiau organizacija užsiima šia veikla, tuo labiau naudoja subrendusius procesus, tuo procesai yra labiau plečiami (angl. *scalable*) ir kartotiniai (angl. *repeatable*) bei tuo geresnis tampa pats verslo atlikimas ir įgyvendinimas. Taigi akivaizdu, kad lankstumas ir pokyčių valdymas verslų procesuose iškilo kaip pagrindinė tyrimų sritis per paskutinius metus (Rosemann et al. 2006). Rosemann ir kiti autoriai reziumuoja, kad sunkumai iškyla, kai norima identifikuoti, dokumentuoti ir analizuoti lankstumo faktorius, kurie sukelia pokyčius, būtent proceso modelio metu, o ne už jo ribų. Pokyčiai veda prie konteksto sampratos ir kontekstui jautrių verslo procesų nagrinėjimo (žr. 1.2.4 skyrelį).

1.2.3. Verslo procesų modeliavimas

Kalbant apie verslo procesų ir informacinių sistemų modeliavimą yra išskiriamas aiškus skirtumas. Dauguma esamų metodų koncentruojasi itin įtemptai ties vienu iš šių modeliavimų, tačiau dažnai apleidžiama pati jų sąsaja. Giaglis (2001) argumentuoja, kad procesu paremtas mąstymas organizacijos kontekste yra visų pirma sistemų projektavimo problema ir yra tinkama naudoti verslo procesų modeliavime. Autorius pateikia naują požiūrį į informacinių sistemų projektavimą ir kūrimą, kuomet modeliavimu galima perteikti verslo – informacinių sistemų problemą, t.y. modeliavimo procesas, skirtas organizacijos pokyčiams. Modeliavimas yra paremtas viena ar daugiau metodikų, kurios atspindi modeliavimo paradigmas. Modeliavimo metodikos yra paremtos technikomis, kurios yra grafinės arba kitos notacijos, skirtos studijuoti ir analizuoti modeliuojamąsias sistemas. Specifinės technikos, taip pat jomis paremtos metodikos, gali būti palaikomos programinės įrangos modeliavimo įrankių – CASE, srautų valdymo sistemos (angl. *Workflow Management Systems*) ir kitos (Giaglis 2001). Suprojektuoti modeliai yra būtini suprasti organizacijos elgseną tam, kad būtų galima projektuoti naujas sistemas ar pagerinti esamų sistemų operacines veiklas. Tam, kad modelis tenkintų išsikeltus tikslus ir uždavinius, jis turi pateikti informaciją apie įvairius elementus – kokios veiklos sudaro procesą, kas atlieka tas veiklas, kada ir kur veiklos atliekamos, kaip ir kodėl jos vykdomos, kokiais duomenų

elementais jos manipuliuoja. Modeliavimo technika turi atspindėti bent vieną iš šių proceso perspektyvų (Giaglis 2001) :

- Funkcinė perspektyva – aprašo, *kokie* proceso elementai (veiklos) yra atliekami.
- Elgsenos perspektyva – aprašo, *kada* veiklos yra atliekamos (koku eiliškumu) ir *kaip* jos yra atliekamos (ciklai, iteracijos, sprendimų sąlygos, įvesties ir išvesties kriterijai).
- Organizacijos perspektyva – aprašo, *kur* ir *kas* atlieka veiklas, naudojamas fizinis komunikacijos mechanizmas, kad perkelti esybes.
- Informacinė perspektyva – aprašo informacines esybes (duomenis), kuriomis yra manipuliuojama arba yra pagaminamos proceso metu.

Hassen, Turki, Gargouri (2016) prideda dar dvi perspektyvas:

- Žinių perspektyva – organizacijos ir individualių žinių perspektyva, sukurta VP/organizacijos ir žinių srauto eigos tarp VP/organizacijos. Ši perspektyva kalba apie visus su žinių valdymu susietus aspektus – kolekcijas, organizaciją, saugyklas, dalijimąsi, perkėlimą, sukūrimą ir daugkartinį panaudojimą tarp proceso dalyvių.
- Tyčinė perspektyva – proceso perspektyva, kuri parodo svarbią VP konteksto informaciją. Apibūdina svarbias VP charakteristikas: uždaviniai, strategijos, kokybinės charakteristikos, metrikos, matavimo vienetai, proceso tipas, rezultatai ir klientas.

1.2.3.1. Verslo procesų modeliavimo kalbos, metodai, technikos

Srautų diagramos

Srautų diagramos – tai pirmosios grafinio modeliavimo technikos. Srautų diagramų privalumai yra gebėjimas lengvai parodyti bendrą sistemos struktūrą, atsekti informacijos ir veiklos seką, atvaizduoti fizinį lygmenį, kuriame duomenys yra saugomi, išvedami ir įvedami, ir išryškinti raktinius procesinius ir sprendimo taškus. Srautų diagramos buvo numatytos naudoti, kad suteiktų kompiuterinėms programoms loginį atvaizdavimą, tačiau dėl savo bendrinės paskirties, naudojamos ir verslo procesų modeliavime. Srautų diagramos nebėra dominuojanti modeliavimo technika dėl savo paprastumo.

IDEF technikos (IDEF0, IDEF3)

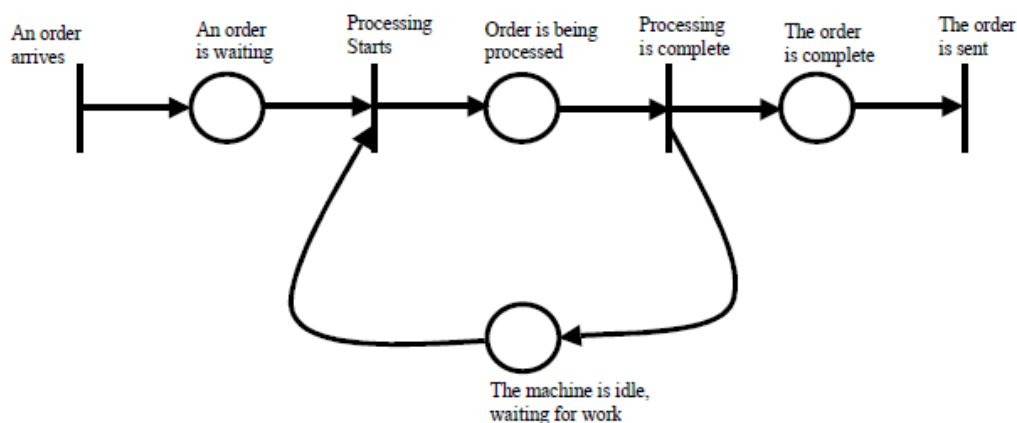
IDEF modeliavimo technikos buvo sukurtos kaip formalių notacijų rinkinys modeliavimo procesų, duomenų struktūrų integruotam atvaizdavimui (Aguilar-Savén 2004). IDEF0 metodas sukurtas modeliuoti organizacijos sprendimus, veiksmus ir veiklas ir yra orientuotas į funkcinį modeliavimą. Pagrindinis privalumas – paprastumas, nes naudoja vieną notacijos konstrukciją, vadinamą ICOM (angl. *Input-Control-Output-Mechanism*). Ši technika atvaizduoja hierarchinę veiklų dekompoziciją. Tačiau

IDEF0 modeliai yra statinės diagramos, neturinčios jokio laiko vaizdavimo. Negali atvaizduoti elgsenos ar informacijos modeliavimo perspektyvų.

IDEF3 metodas aprašo procesus kaip surūšiuotas veiklos ir įvykių sekas. Jis yra paremtas sekų scenarijais, priežasties – pasekmės sąryšiais tarp situacijų ir įvykių (Giaglis 2001). Šio metodo tikslas suteikti struktūrizuotą būdą modeliui atskleisti žinias, kaip tam tikra sistema ar organizacija veikia. IDEF3 naudoja procesų sekų ir objektų būsenų kaitos diagramas.

Petri tinklai

Petri tinklai nėra visiškai verslo procesų modeliavimo technika, nes tradiciškai yra naudojama sistemų modeliavime (žr. 1 pav.). Petri tinklai yra matematinis grafinis sistemos atvaizdavimas, siekiantis padėti struktūros analizėje ir dinaminėje modeliuojamos sistemos elgsenoje (Giaglis 2001). Jie sudaryti iš būsenų ir kaitos rinkinių. Petri tinklai nėra lengvai valdomi, kad būtų naudingi modeliuojant aukšto lygio, sudėtingus verslo procesus.



1 pav. Petri tinklų proceso pavyzdinė diagrama (pagal Giaglis 2001)

EPC

EPC (angl. *Event-driven process chain*) yra paremtas stochastiniais ir Petri tinklais, nors norint naudoti EPC nereikalaujamas griežtas formalus karkasas, nes pati notacija griežtai neatskiria tarp išvesties ir kontrolės srautų ar tarp vietų ir perėjimų, nes jie dažnai pasirodo konsoliduotu būdu (Scheer, Thomas & Adam 2005). Toks lengvas ir gerai suprantamos šio metodo notacijos naudojimas yra tinkamas ERP sistemų įgyvendinimui ir verslo procesų pagerinimui modeliuoti. EPC yra grafas, surūšiuotas pagal tam tikrą seką einančių įvykių ir funkcijų. Jis naudoja loginius operatorius *OR*, *AND* ir *XOR*. Šį metodą sudaro įvykiai, funkcijos, proceso savininkas, organizacijos funkcinis vienetas, informacijos, medžiagų ar išteklių objektas, loginiai jungtukai, loginiai ryšiai, kontrolės srautas, informacijos srautas, proceso kelias, organizacijos vieneto priskyrimas.

UML

Eriksson, Penker (2000) pateikia būdus, kaip UML (angl. *Unified modeling language*) gali būti naudojama verslo modeliavime. UML buvo suprojektuota modeliuoti programinės įrangos sistemų architektūrą. Tačiau Eriksson-Penker verslo papildiniai UML kalbai suteikia galimybę modeliuoti procesus, išteklius, verslo taisykles ir verslo sistemos tikslus. Šie papildiniai yra sudaryti iš konceptų:

- **Stereotipai.** UML žodyno praplėtimas, kuris leidžia kurti naujus blokus, pasinaudojant esamais, kurie yra specifiniai modeliuojamai problemai.
- **Pažymėtos vertės (savybės)** (angl. *tagged values*). UML elementų savybių praplėtimas, kuris leidžia kurti naują informaciją to pačio elemento specifikacijoje.
- **Ribojimai.** UML elementų semantikos praplėtimas, kuris leidžia pridėti naujas taisykles ar modifikuoti esamas.

Nors skirtingos organizacijos turi skirtingus tikslus ir vidines struktūras, jos naudoja panašius konceptus apibūdinti savo struktūrą ir operacijas, o UML plėtiniai ir buvo šiam tikslui sukurti. Norint apibūdinti verslo sistemą yra naudojami (Eriksson, Penker 2000):

- **Ištekliai.** Tai objektai, naudojami ar pagaminami versle – žmonės, medžiagos, informacija, produktai. Ištekliai yra susieti vieni su kitais ir organizuojami struktūriškai.
- **Procesai.** Veiklos, atliekamos versle, kurių metu išteklių būsenos keičiasi. Jie yra valdomi verslo taisyklių.
- **Tiksmai.** Verslo tikslas ar rezultatas, ką verslas siekia pasiekti. Tikslai išreiškia norimas išteklių būsenas ir yra išpildomi procesų.
- **Taisyklės.** Apibūdina ar riboja tam tikrą verslo aspektą ir yra atvaizduojamas verslo žinių. Jos apibūdina kaip organizacija turėtų vykdyti tam tikrus procesus arba kaip ištekliai gali būti struktūrizuojami ir siejami tarpusavyje. Taisyklės gali ateiti iš teisinių ar reguliavimo organų arba būti apsibrėžti organizacijos viduje.

Eriksson, Penker (2000) teigia, kad pati svarbiausia UML diagrama, tinkama verslo procesų modeliavimui yra veiklos diagrama. Jos dažniausiai yra naudojamos programinės įrangos kūrime, kad dokumentuotų programos srautą. Jos gali parodyti veiklas (nuoseklias ar lygiagrečias), veiklos naudojamus objektus, kurie yra atsakingi už veiklą bei ryšius ir priklausomybes tarp veiklų. Veiklos diagramoje galima pavaizduoti verslo proceso veiklas, kuris būtinai turi grąžinti rezultatą, transformuojamą gautos įvesties. Tai yra verslo modeliavimo esminė dalis.

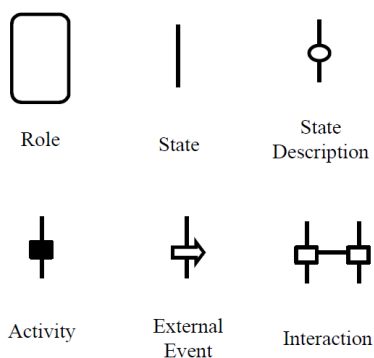
Žiniomis paremtos technikos

Žiniomis paremtos technikos adresuoja verslo procesų susiejimo su organizacijos taisyklėmis ir verslo tikslais problemas. Žiniomis paremtos sistemos (KBS – angl. *Knowledge-based systems*) – paremtos žinių biblioteka, atvaizduojančia svarbų organizacijos fenomeną nuo skirtingų perspektyvų iki

skirtingo detalumo lygio (Giaglis 2001). Palaiko organizacijos sprendimų priėmimą strateginių pokyčių kontekste. Šios technikos modeliuojamos kontekstiniame lygmenyje.

Rolės veiklos diagramos (RAD)

Rolės veiklos diagramos (angl. *role activity diagram*) – tai diagraminė notacija, kuri koncentruojasi į modeliavimą individualių arba grupės rolių procese, jų bendras veiklas bei sąveikas, kartu su išoriniais įvykiais ir logika, kuri apsprendžia, kada ir kurios veiklos yra išpildomos (Aguilar-Savén 2004). Ši technika skiriasi nuo kitų proceso grafinių notacijų tuo, jog ji pritaiko rolę, priešingai nei veiklą, kaip pirminį analizės vienetą procesų modelyje. Žmogiškasis elementas tampa kritiniu organizacijos ištekliumi, ties kuriuo ir yra sutelkiamas dėmesys. RAD notacija matoma 2 pav.



2 pav. RAD notacija (pagal *Giaglis 2001*)

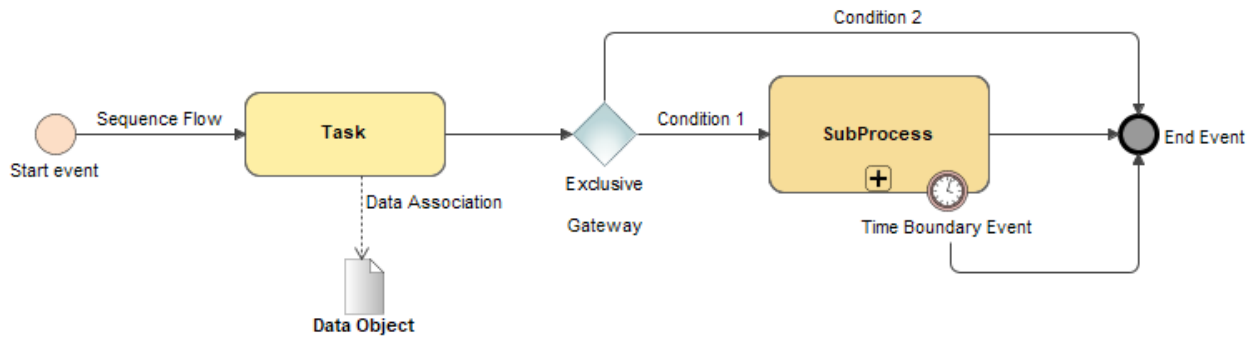
Duomenų srautų diagramos (Yourdon technika)

Duomenų srautų diagramos (DFD), kurios parodo duomenų ar informacijos seką nuo vienos vietos iki kitos. Jos aprašo procesus, parodant kaip šie procesai susisieja vieni su kitais per duomenų saugyklas su naudotojais, išorinėmis sistemomis (Aguilar-Savén 2004). Galima naudoti kaip „žalių“ duomenų organizavimo įrankį. Naudojant DFD analitikas gali specifiškai apibrėžti procesą loginiame lygyje. Tai reiškia, kad jis gali apsibrėžti, ką procesas darys (priešingai nei kaip tai atliks). Šios diagramos yra lengvai suprantamos ir patikrinamos, todėl naudojamos tarp naudotojų ir analitikų.

BPMN

BPMN (angl. *Business Process Model and Notation*) yra pripažįstamas kaip *de facto* standartas grafiniam verslo procesų modeliavimui (grafinė modeliavimo kalba). Pavyzdinė proceso diagrama

pavaizduota 3 pav.



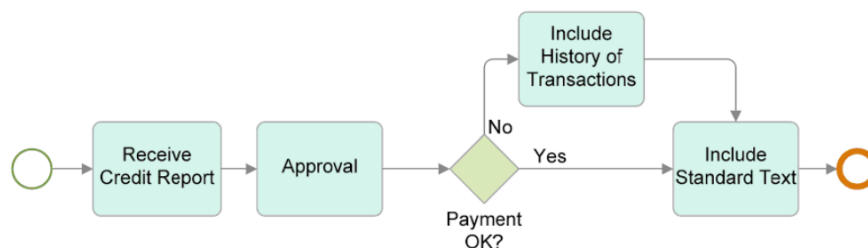
3 pav. Proceso diagramos pavyzdys naudojant BPMN 2.0 standartą

Naudojant BPMN galima išgauti skirtingus procesų modeliavimo lygmenis (White, Miers 2008):

- Procesų žemėlapiai – paprastos veiklos srautų diagramos; srautų diagrama nėra labai detali, yra atvaizduojama tik veiklų pavadinimai ir galbūt tam tikros sprendimų *sąlygos*.
- Procesų aprašymai – suteikia platesnę informaciją apie procesą: kokie aktoriai (rolės), duomenys, informacija veikia.
- Procesų modeliai – detalios sekų diagramos, apimančios užtekstiną kiekį informacijos, kur procesas yra pasiduodantis analizei ir simuliacijai. Toks detalus modelis gali būti iš karto pritaikytas arba importuotas į kitą įrankį, kuris galėtų paleisti tą procesą.

BPMN turi tris pagrindines procesų kategorijas (White, Miers 2008):

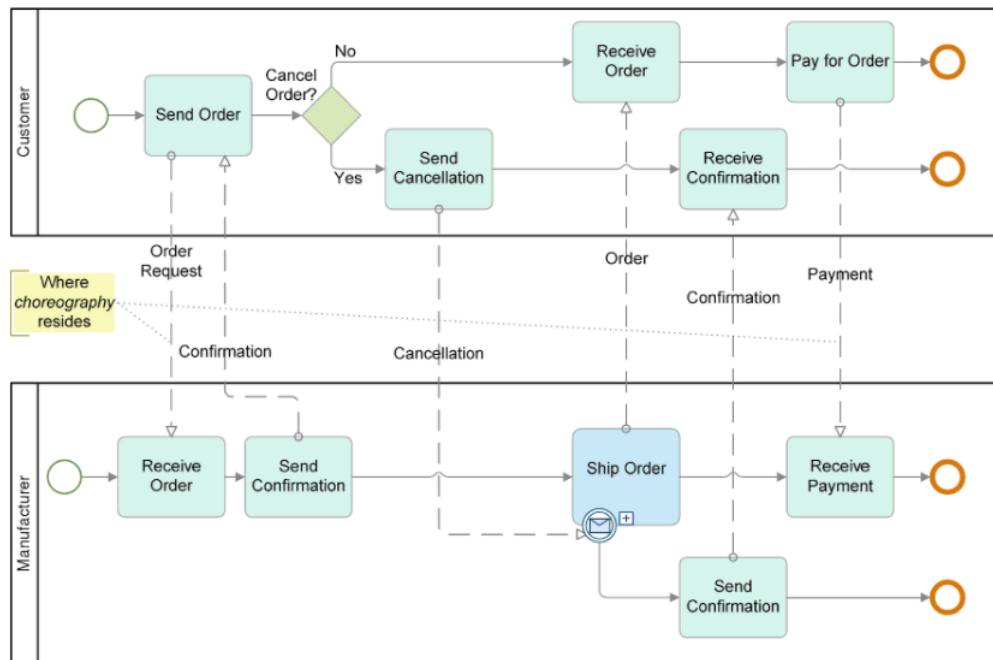
- **Orkestracija** (žr. 4 pav.) – šis modelis rodo vieną koordinuojančią perspektyvą: jis reprezentuoja specifinį verslo ar organizacijos proceso požiūrį, rodo kaip viena verslo esybė atlieka savo veiklas. Dažnai naudojama techninėje bendruomenėje. Šie procesai visada ribojami proceso srities (angl. *pool*).



4 pav. Tipinė orkestracijos BPMN modelio diagrama (pagal White, Miers 2008)

- **Choreografija** (žr. 5 pav.) – šis modelis nurodo tikėtiną elgseną tarp tarpusavyje sąveikaujančių dalyvių. Šie dalyviai gali būti verslo aktoriai (pvz. siuntėjas) arba specifinės verslo esybės (pvz. FedEx kaip siuntėjas). BPMN kontekste choreografija apibūdina dalyvių sąveiką, bendravimo seką tarp dviejų ar daugiau dalyvių. Tai komunikacija, išreiškiama

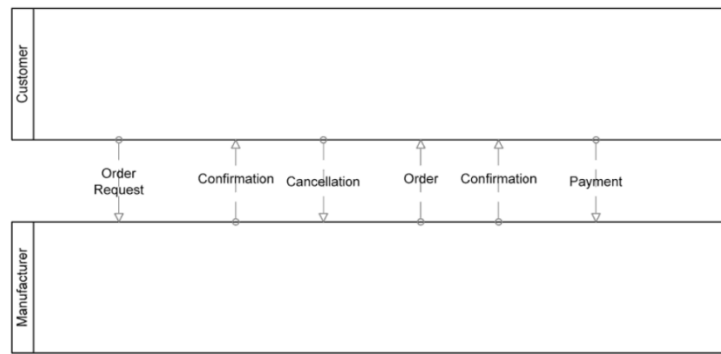
žinučių apsikeitimo forma tarp dviejų dalyvių. Labai artimas orkestracijos modeliui, jog turi srautų diagramas. Šiame modelyje egzistuoja alternatyvūs ir lygiagretūs keliai, taip pat ir subprocesai. Taigi veiklų, įvykių ir išsišakojimo keliai orkestracijos modelyje galioja taip pat ir šiame choreografijos modelyje.



5 pav. Choreografijos BPMN modelio diagrama (pagal White, Miers 2008)

Tačiau egzistuoja ir esminiai šių modelių skirtumai:

- Orkestracijos modelis turi proceso sritį ir dažniausiai gerai apibrėžtą kontekstą;
- Choreografijos modelis neegzistuoja gerai apibrėžtame kontekste, nėra jokio centrinio mechanizmo, kuris stumtų į priekį šį modelį. Todėl ir nėra jokių bendrų duomenų galimų visiems modelio elementams.
- Choreografijos modelis egzistuoja BPMN diagramoje tarp keleto proceso sričių.
- **Bendradarbiavimas** (žr. 6 pav.) (angl. *Collaboration*) – kur choreografijos modelis apibūdina surūšiuotą sąveikų rinkinį tarp dalyvių, bendradarbiavimo modelis tiesiog parodo dalyvius ir jų sąveikas. Taip pat šis modelis gali turėti savyje ir choreografijos ir vieną ar daugiau orkestracijų. Kitaip tariant, bendradarbiavimo modelis – tai bet kokia BPMN diagrama, kuri turi du ar daugiau dalyvių, kaip parodyta proceso srityje. Proceso sritys turi žinučių srautą. Bet kuri proceso sritis gali turėti orkestraciją (procesą), bet tai nėra privaloma.



6 pav. Bendradarbiavimo BPMN modelio pavyzdys (pagal White, Miers 2008)

BPMN yra plačiai pripažįstama verslo procesų modeliavimo kalba. Vienas iš jo pagrindinių privalumų yra lengvai pateikti standartinį būdą verslo proceso modelių apibrėžimui ir vizualizavimui (Stroppi, Chiotti, Villarreal 2011). Kitaip tariant, BPMN yra skirtas sumažinti atotrūkį tarp verslo analitikų, klientų ir programuotojų. BPMN modelius yra nesunku skaityti, interpretuoti, transformuoti į BPEL WS kalbą. Kalbant apie išteklių perspektyvą verslo procesuose – jie nurodo sąryšį tarp procese apibrėžtų veiklų ir esybių, kurios atlieka tas susijusias veiklas, ir yra vadinami *ištekliais*. Būdas kaip darbas yra paskirstytas ištekliams yra itin svarbus proceso efektyvumui ir našumui. Svarbu užtikrinti, kad skirtingos veiklos yra atliekamos pasitelkiant reikiamus išteklius. Reikia nepamiršti, kad ištekliai yra baigtiniai, todėl yra svarbu žinoti ir apibrėžti jų ribas, kiekį, vaidmenį (Rima, Vasilecas 2015; Awad et al. 2009). Ši informacija vėliau bus reikalingi verslo proceso simuliacijos metu. Tačiau, kad ir kaip BPMN yra plačiai naudojamas verslo aplinkoje modeliuojant verslo procesus, reikia nepamiršti paminėti ir tai, kad jis turi ir trūkumų. Rima, Vasilecas (2015) pamini vieną iš pagrindinių – tai išteklių modeliavimo būdų stoka. Jie nėra susieti su veiklomis, trūksta žmoniškųjų išteklių modeliavimo palaikymo (Awad et al. 2009). Daugiau trūkumų pamini Jan C. Recker (2010) – kaip verslo taisyklių, organizacijos modeliavime, pertekliniuose elementų tipuose.

1.2.4. Kontekstui jautrių verslo procesų modeliavimas

1.2.4.1. Konteksto samprata

Autoriai Saidani, Nurcan (2007) pateikia tokį konteksto apibrėžimą: „bet kokia informacija, kuri gali būti naudojama charakterizuoti esybių situacijas, kurios yra aktualios sąsajai tarp naudotojo ir aplikacijos, įskaitant patį naudotoją ir aplikaciją“. Šiame straipsnyje autoriai pateikia Coutaz et al. apibrėžimą, kuris teigia, kad kontekstas nėra tik tai būsena iš anksto apibrėžtos aplinkos su nustatytu bendradarbiavimo išteklių rinkiniu. Iš tiesų, kontekstas yra itin svarbus įvairiose kompiuterinės inžinerijos srityse (dirbtiniame intelekto, informacinių sistemų inžinerijoje). Kontekstas suvokiamas kaip atitinkama aktuali informacija, kuri paveikia verslo proceso kūrimą bei įgyvendinimą. Kitaip tariant, konteksto supratimas leidžia verslo procesams suvokti aplinką, kurioje jie vyksta, ir pritaikyti

savo darbų srautą taip, kad suteiktų geriausią įmanomą dalyvių patyrimą. Verslo procesai yra nuolat veikiami įvairaus konteksto ir prie jų turi prisitaikyti. Kiekvienas tas pats procesas gali būti apibrėžtas keliais skirtingais būdais tik dėl to, kaip kiekvienoje versijoje jį skirtingai paveikia įvairūs kontekstas ar ištekliai, nuo kurio ir priklausys, kaip tas verslo procesas bus atliktas. Taigi supratęs konteksto sąvoką tampa aišku, kad iškyla keletas sunkumų kuriant kontekstui jautrius verslo procesus. Vienas iš jų, svarbu suprasti ir išskirti konteksto kintamuosius, kurie yra svarbūs būtent tam VP. Kaip jau buvo minėta anksčiau, kontekstas vienoje situacijoje veiks vienaip palyginus su juo kitoje situacijoje, todėl yra itin svarbu į tai atsižvelgti. Kita iškylanti problema yra kaip kurti ir modeliuoti kontekstą, kad jis galėtų būti panaudojamas ir pritaikomas įvairiems VP. Galiausiai, kaip atitinkamo konteksto pokyčiai gali būti pamatuoti ir nuspėti, kaip tai pritaikyti procesuose palaikant tą besikeičiantį kontekstą. Tai yra svarbūs klausimai šioje informacinių sistemų srityje. Apie dažnai susiduriamas konteksto išgavimo, atvaizdavimo, interpretacijos, pritaikymo, valdymo ir panaudojimo problemomis pamini ir autoriai Vale, Hammoudi (2008).

Kalbant apie kontekstą svarbu išskirti jo tipus. Autoriai Saidani, Nurcan (2007) teigia, kad kontekstas yra charakterizuojamas pagal erdvę/vietą (angl. *space*). Dirbtinio intelekto domene konteksto erdvė būtų išreikšta dimensijos ar parametrų skaičiumi (pvz. laikas, vietovė (angl. *location*)). Kitas būdas yra skirstyti kontekstą pagal darbo srauto konteksto erdvę (funkcija, elgsena, priežastinis ryšis). Visai atvejais yra svarbu domeno sritis, suprasti išorines ir vidines priklausomybės tarp organizacijos elementų (aktorių, verslo procesų) bei atsižvelgti į besikeičiančias aplinkybes, kontekstinę aplinką VP vykdymo metu. Galiausiai autoriai apibūdina kontekstą kaip numanomų prielaidų rinkinį, kuris yra reikalingas, kad suveiktų akivaizdūs priskyrimai VP modelyje kiekvieno proceso atvejo lygmenyje.

Identifikuojamos keturios pagrindinės konteksto išraiškos (Saidani, Nurcan 2007), į kurias yra dažniausiai atsižvelgiama. Panašias kontekstui jautrių procesų savybes pateikia ir Hassen, Turki, Gargouri (2016).

- **Vieta** – apspindi vietos charakteristikas. Pavyzdžiui, aktoriaus rolės priskyrimas procese priklauso nuo specifinės vietos, kur tas aktorius dirba.
- **Laikas** – įskaitoma atlikimo laikas, skubumas, darbo trukmė, dažnumas, laiko sutaupymas. Šį elementą sudaro istorija ir atlikimo laikas.
- **Ištekliai** – materialiniai ir žmogiškieji ištekliai. Žmogaus savybės: amžius, lytis, santykiai tarp aktorių. Darbo savybės: motyvacija, atlikimas, dalyvavimas, mobilumas. Ištekliai savybės: išteklių trūkumas, išteklių prieinamumas, finansiniai ištekliai – kaina. Laiko ištekliai – daug laiko trunkančios funkcijos. Šį elementą sudaro verslo objektai ir aktoriai.

- **Organizacija** – darbovietės savybės, organizacijos struktūros tipas, kultūriniai ir socialiniai aspektai. Šį elementą sudaro organizacijos funkcinis vienetas.

Kalbant apie kontekstą svarbu suvokti jo dimensiją, t.y. apimtį. Autoriai Brocke, Zelt, Schmiedel (2016) apibūdina kontekstą pagal kelis aspektus: (1) BPM tikslai, (2) procesų bruožai, (3) organizacijos specifiška, kurioje BPM yra taikomas, (4) platesnė verslo aplinka, kurioje BPM yra įtvirtintas.

- Kontekstiniai faktoriai susieti su BPM tikslais – tikslai yra itin svarbus faktorius, nes jie tiesiogiai veikia kaip BPM turėtų būti įgyvendintas arba kurie įrankiai bei metodai turėtų būti pritaikyti. Didelė dalis BPM tyrimų kreipia dėmesį į proceso pagerinimą ir suderinimą. Nors inovacijos ir pagerinimai yra svarbūs praktikoje, BPM dažniausiai susitelkia ties vienu iš šių tikslų. Todėl BPM yra sritis, kuri gali būti priskirta kontekstiniams faktoriams.
- Kontekstiniai faktoriai susieti su procesais – prisitaikyti prie specifinių verslo procesų, ypač kai įvyksta technologiniai pokyčiai.
- Kontekstiniai faktoriai susieti su organizacija – atsižvelgti į organizacijos dydį, apimtį, struktūrą, atsitiktinumo (angl. *contingency*) faktorius, nes tai irgi lemia procesų atlikimą ir įgyvendinimą.
- Kontekstiniai faktoriai susieti su aplinka – tai faktoriai už organizacijos ribų, pvz. politiniai, ekonominiai, rinkos faktoriai, greitai besikeičianti aplinka.

1.2.4.2. Kontekstas verslo procesų modeliavimo kalbose

Kontekstui jautri technika pagamina informaciją naudodama esamą situaciją, sujungiant realią ir virtualią erdvę ir suteikia vartotojui išmanias paslaugas, naudojant šią informaciją (Kim, Lee, & Chung, 2014). Šios technikos pagrindas yra techninio metodo suteikimas išreiškiant visus realaus pasaulio kontekstus, įskaitant konteksto atpažinimą, savybių išgavimą iš tam tikrų kontekstų ir mokymąsi paremtą šiomis paslaugomis. Norint naudotis šia technika reikia suprasti komunikaciją, vykstančią tarp vartotojo ir paslaugos tiekėjo pagal tai iš kokio konteksto yra stebima, kokia techninė struktūra gali būti panaudota. Čia kontekstas yra „apibrėžta esybės informacija, apibūdinta kaip sąsaja tarp vartotojų ir vietų arba vartotojų ir paslaugų.“ (Kim, Lee, Chung 2014). Tam tikra informacija gali būti laikoma kontekstu, jeigu ji gali charakterizuoti dalyvius sąveikaudama su jais tam tikru būdu. Rosemann et al. (2006) apibūdina kontekstą kaip aktualus visos VP situacijos tinklas, kuris reikalauja VP prisitaikyti prie galimų pokyčių priklausomų nuo kontekstinių kintamųjų.

1 lentelėje yra palygintos anksčiau paminėtos procesų modeliavimo technikos pagal palaikomas/dalinai palaikomas/nepalaikomas perspektyvas, tai yra pagrindinius artimiausius konteksto komponentus. Autoriai praplečia konteksto supratimą kaip duomenų srautą ir apibrėžia tokius artimiausius komponentus kaip IT aplikacijas, atsakingus organizacijos vienetų ir reikalingus

duomenis. Kitas kontekstas reiškia tolimesnius, nebe artimiausius konteksto elementus, jau paminėtus anksčiau. 1 lentelė padeda išskirti itin svarbų trūkumą – autoriai pastebi modeliavimo technikoje trūksta atsižvelgimo į struktūrinį konteksto modeliavimą. Tai yra svarbu suprasti VP ir jo konteksto veikimą. Autoriai apibendrina, kad skirtingos technikos kreipia dėmesį į skirtingus verslo procesų aspektus ir dėl to tinka tik tam tikroms pasirinktomis perspektyvoms ir tikslams modeliuoti. Tačiau tampa akivaizdu poreikis modeliuoti kontekstinius aspektus, kurie pralenkia tradicinius artimus kontrolės srautus.

1 lentelė. Populiarių procesų modeliavimo technikų palaikomų perspektyvų palyginimas (pagal Rosemann et al. 2006)

Technikas	Kontrolės srautas	Duomenys	Programa	Organizacija	Kitas kontekstas
EPC	Taip	Taip	Taip	Taip	Dalinis
BPMN	Taip	Dalinis	Ne	Taip	ne
Petri tinklai	Taip	Ne	Ne	Ne	ne
IDEF3	Taip	Dalinis	Ne	Ne	Dalinis
UML veiklos diagrama	Taip	Taip	Ne	Dalinis	Ne

Išskiriamos verslo procesų kontekstų rūšys (Rosemann et al., 2006):

Artimiausias kontekstas – tai elementai, kurie pralenkia kontrolės srauto konstrukcijas, ir yra linkę būti gerai apgalvojami verslo procesų modeliavimo technikoje (žr. 1 lentelė). Šie elementai yra būtini tam, siekiant suprasti ir vykdyti verslo procesą. Kokie duomenys yra reikalingi? Kur gauti duomenis? Kas atsakingas už tam tikrą veiklą? Artimiausias kontekstas apima duomenų įvestį, išvestį, organizacijos struktūrinius vienetus (grupė, pozicija, asmuo) ir IT ir kitus išteklius (aplikacijas, serverius, duomenų bazes, logistinius išteklius).

Vidinis kontekstas – turi didesnę ryšio atstumą su VP ir apima informaciją apie vidinę organizacijos aplinką, kuri veikia procesą. Tai yra strategija ir susiję proceso tikslai/uždaviniai. Pakeitus į kokybę orientuotą strategiją į išlaidų mažinimo strategiją pasikeis ir bus paveikti nemaža dalis verslo procesų. Įmonės politikos yra taip pat svarbus kintamasis vidiniame kontekste, nes jos yra pagrindinis faktorius, ribojantis verslo procesų kūrimo veiklas. Į vidinį kontekstą įeina pagrindinės suinteresuotos šalys, jų rizikų suvokimas, komunikacijos ir logistikos infrastruktūros bei finansiniai ištekliai.

Išorinis kontekstas – apima elementus, kurie yra už organizacijos kontrolės ribų, bet vis tiek įeina į verslo tinklą, kuriame ji operuoja. Šis kontekstas nėra toks artimas kaip anksčiau minėtieji kasdienėms verslo operacijoms, jis vis tiek turi pakankamai didelę įtaką kaip organizacija kuria ir vykdo

savo VP. Išorinio konteksto kintamieji: išorinės suinteresuotos šalys (tiekėjai, klientai, finansinės pagalbos tiekėjai), jų strategijos, poreikiai, ištekliai, taip pat apima faktorius specifinius tik įmonės dalykiniai sričiai ar industrijai (pvz. technologiniai pokyčiai ir inovacijos) bei reglamentavimas dalykinės srities praktikoms. Nuo išorinio konteksto priklauso vidiniai organizacijos verslo procesai, nes jie suteikia ribojimus, į kuriuos privaloma atsižvelgti ir jie turi būti nuolat stebimi ir sekami jų pokyčiai.

Aplinkos kontekstas – tai tolimiausias lygmuo, kuris yra už verslo tinklo ribų, kurioje įmonė veikia, bet neskaitant to vis tiek gali turėti nenumatytą efektą įmonės verslo procesams. Aplinkos kontekstas apima oro (audros), laiko (verslo veikla per šventines dienas), su darbuotojais susijusius faktorius (darbuotojų streikas). Kiti atributai gali būti susieti su mikro ekonominiais rodikliais aplinkoje, kuriose veikia įmonė (leidžiamosios valdžios reglamentavimas – nacionaliniai teisės aktais ir įstatymai – pvz. darbo kodeksas).

1.3. Verslo procesų konteksto modelis

1.3.1. Modelio savybės

Konteksto modeliavimas – tai konteksto reprezentavimas ir gali būti atvaizduotas natūralia kalba, diagramomis (anotuos UML diagramos) ar per modelio kompoziciją (Al-Fedaghi, 2017). Autorius teigia, kad kuo daugiau konteksto yra įtraukta į diagramą, tuo mažiau tekstinis aprašymas yra reikalingas ir naudingas. Taigi kontekstinės diagramos yra kontekstinio lygmens duomenų srautų diagramos tipas. Konteksto diagramoje nėra svarbu mažos detalės, reikia vaizduoti aktorius, roles bei programinės įrangos sistemas negu kad technologijas, protokolus ar kitus žemo lygmens aspektus.

Grafiniai modeliai kaip UML ir objektų-rolių modeliavimas (ORM) yra tinkamas modeliuoti kontekstui. Taip pat SysML modeliavimo kalboje bloko aprašymo diagramos yra pavaizduotos kaip sistemos konteksto diagramos. Jau minėti Petri tinklai irgi yra naudojami konteksto modeliavimui, nes jie turi galimybę modeliuoti dinamines sistemas, diskrečių-įvykių sistemas ir lygiagrečias sistemas (vieni metu vykstančias). Petri tinkluose vietos (angl. places) rodo konteksto situaciją ir perėjimai (angl. transitions) atzaiduoja ryšius tarp konteksto situacijų. Kitas konteksto modeliavimo metodas yra paremtas ontologijomis (pvz. CoBrA sistema), skirtas charakterizuoti asmenius, objektus ir vietas konteksto ribose (Al-Fedaghi, 2017). Čia svarbiausia yra pavaizduoti žmones ir jų vietas, iš dalies ir laiką, bet neapima veiklos.

Konteksto modeliavimas gali būti skirstomas į būseną paremtu arba įvykiu paremtu. Būsenos paremtame požiūryje įvykiai yra fizinės esybės būsenos atvejis tam tikru laiko momentu. Jeigu įvyksta sistemos funkcinis gedimas, būseną yra išsaugoma atmintyje ir gali būti sugrąžinta. Įvykiu paremtas

požiūris yra įgyvendinamas su baigtinėmis būsenų mašinomis ir esybės būseną yra atvaizduojama pasitelkiant įvykio istorijos esybes.

Dar vienas konteksto modeliavimo metodas yra orientuotas į aspektus, kur konteksto aspektas apima komponentų elgseną, kurios neapima domeno modelis. Logika paremtuose metoduose kontekstas yra apibūdinamas faktais, spėjimais arba rolėmis ir jų tikslas yra suformuoti naujas išraiškas ar faktus iš buvusiųjų. Logika apsprendžia sąlygas, iš kurių kiltų baigiamoji išraiška ar faktas. Taip pat egzistuoja dar keletas metodų: neutralūs tinklai, vektorių palaikymo mašinos bei Bajeso tinklas.

Konteksto dinamiškumas

2.1.4.1. Skyriuje aptartos konteksto išraiškos yra statinės, tos kurios gali būti apibrėžtos ir numatytos iš anksto bei susietos su esamais artefaktais. Tačiau egzistuoja ir kitas požiūris, kuris bando formalizuoti konteksto koncepciją ir identifikuoti iškylančias problemas, susietas su konteksto dinamiškumo aspektu. Kaip teigia autoriai Vieira, Tedesco, Salgado (2011), kontekstas visada yra susietas su kitu kontekstu, jis turi begalinę dimensiją, kontekstas negali būti apibūdintas visiškai pilnai ir kai keli kontekstiniai veiksniai veikia, egzistuoja bendras kontekstas virš jų, kuris gali panaikinti visas sąlygas ir predikatus. Ši dinaminė konteksto teorija apibūdina kontekstą kaip visų esybių rinkinį, kuris paveikia sistemos elgseną tam tikru momentu ar laiko etapu. Ši teorija turi keturis pagrindinius principus:

- Kontekstas – mąstymo būseną;
- Kontekstas neturi griežtai apibrėžtų ribų;
- Kontekstas yra sudarytas iš tiesiogiai susietų, artimų elementų;
- Kontekstas yra dinamiškas.

Taip pat kalbant apie kontekstą, dauguma autorių sutinka, kad kontekstas egzistuoja tik tai, kai siejasi su kita esybe (pvz., veikla, agentu ar sąveika), kontekstas yra elementų rinkinys (pvz., koncepcijos, taisyklės), kuris siejasi su esybe. Elementas yra suvokiamas kaip konteksto dalis tik tokiu atveju, kai jis palaiko iškylančią problemą ar siejasi esamoje situacijoje. Norint suprasti šį teiginį, galima įsivaizduoti elementą – „dabar lyja“. Šis elementas yra aktualus eismo grūsčių palaikymo sistemos kontekste, nes lietus veikia matomumą, greitį ir patį transporto kamštį. Tačiau šis elementas nėra aktualus muziejaus gido sistemoje.

Dėl šio dinamiškumo, autoriai išskiria dvi problemines sritis: viena, kontekstas – reprezentuojanti (angl. *representational*) problema, antra, kontekstas – sąveikavimo (angl. *interactional*) problema. Pirmuoju atveju kalbant apie konteksto naudojimą programinės įrangos sistemose, kurios pagal kilmę yra reprezentuojančios, pagrindinis susirūpinimas kyla identifikuojant, kaip kontekstas gali būti užkoduotas ir atvaizduotas. Šis požiūris išskiria vidines konteksto savybes: jis gali būti gautas iš

netradicinių įrenginių (pvz., aplinkos sensoriai ar balso atpažinimo įrenginiai), toks kontekstas turi prasmę tik programos aplinkoje, gali būti išgautas iš daugelių šaltinių, jis gali kisti greitai realiuoju laiku. Antruoju atveju pagrindinis susirūpinimas kontekstu slypi, kaip ir kodėl žmonės pasiekia ir išlaiko vienodą supratimą apie kontekstą vykstant sąveikomis tarp jų bei atliekant savo veiklas? Šis požiūris yra paremtas subjektyviais konteksto aspektais, kurie paremti dinaminiais kiekvieno individo poelgiais ir sąveikomis.

Kontekstui jautri sistema yra terminas naudojamas apibūdinti tokio tipo sistemas, kurios naudoja kontekstą tam, kad suteiktų aktualią ir susijusią informaciją ar paslaugas naudotojui, kur aktualumas priklauso nuo naudotojo veiksmo ar veiklos. Konteksto pritaikymas ir naudojimas suteikia sistemoms lankstumo, prisitaikymo ir lengvo naudojimo galimybes. Suteikti paslaugas, kurios palengvintų sąryšį tarp žmonių ir mašinų yra itin svarbi sritis, kuri vis dar plečiasi ir auga.

1.3.2. Konteksto įtaka

Verslo procesai turi būti suprojektuoti taip, kad gebėtų prisitaikyti prie skirtingų įvykių bei aplinkos sąlygų. Šiuos du aspektus – įvykius ir sąlygas tam tikroje aplinkoje, apibūdina proceso kontekstas (Ploesser, Peleg, Soffer, Rosemann, & Recker, 2009). Kiekvienas procesas turi pasirūpinti, kad šios sąlygos ir įvykiai būtų apibrėžti proceso skirtingais atvejais. Taigi kodėl tampa svarbu kalbėti apie tokius verslo procesus, veikiamus konteksto? Vienu atveju, verslo procesų modeliavimas yra svarbus metodas, skirtas užfiksuoti ir dokumentuoti įvairius procesus organizacijoje. Tačiau dauguma kasdienių operacijų yra modeliuojama statiskai ir konkrečiai apsibrėžus uždaroje sistemoje, nors ir yra pastebima, kad dauguma šių operacijų turi savyje tam tikrą kitimo laipsnį. Tai galbūt gali būti dėl to, kad dauguma populiariausių modeliavimo kalbų – UML, BPMN, EPC – nėra skirtos apibrėžti, kaip ta veikla gali būti paveikta tam tikros kontekstinės informacijos. Geriausiu atveju kontekstiniai kintamieji yra užfiksuojami naudojant tekstines anotacijas ar sprendimo mazgus, kurių trūkumas atsiskleidžia paverčiant patį proceso modelį per daug žodiniu negu grafiniu. Rezultate procesų modeliotojams trūksta analitinių sugebėjimų nuspręsti, kaip pasiruošti tam tikriems įvykiams proceso kontekste. Taigi tampa ypač aktualu ir svarbu apsibrėžti tuos kontekstinius kintamuosius ir kaip jie gali būti įtraukti į kuriamą verslo proceso modelį siekiant patobulinti ir pagerinti tuos VP. Kritiniai faktoriai, į kuriuos yra atsižvelgiama yra kaina, laikas ir paslaugos lygmuo. Tad pagrindiniu tikslu ir tampa per kontekstinį jautrumą pagerinti procesų judrumo, lankstumo ar atsako į kaitą metrikas. Suprasti konteksto įtaką procesams padeda nuolat pritaikyti VP įvairiose aplinkos sąlygose veikiant skirtingiems konteksto kintamiesiems.

Svarbu suvokti, kad verslo procesai ne visada veikia visiškai taip kaip būna nurodyta. Priešingai, jie dažnai įgyja skirtingas variacijas, pagal tai kokios veiklos bus atliekamos, koks kelias bus pasirinktas,

pagal tai koks bus veikiantis kontekstas. Taip pat dažnai tas vykdomasis srautas yra pasirenkamas pagal geriausio įmanomo rezultato pasiekimą.

1.3.3. Konteksto veiksniai

Nors daug yra atlikta tyrimų ties konteksto role organizacijos elgsenoje, tačiau vis dar trūksta medžiagos BPM srityje (Brocke et al., 2016). Konteksto jautrumo principas yra identifikuojamas kaip vienas iš kritinių galimybių sėkmingam BPM įgyvendinimui. Šis principas teigia, kad nėra vieno unikalaus būdo kaip valdyti VP, bet BPM turi tilpti organizacijoje ir procesų valdymas turi tilpti proceso prigimtyje. Tampa kritiškai svarbu suprasti procesų prigimtį ir procesų valdymo būdai turi būti pritaikyti procesui, kurį tuo metu analizuoja. Autoriai pastebėjo, kad dažnai kreipiamas dėmesys į vieną ar du kontekstinius veiksnius bei jų poveikį vienam BPM aspektui tam tikru metu. Tačiau tikėtina, kad kontekstinis veiksnys, kuris yra susijęs su vienu BPM aspektu, taip pat yra tiesiogiai susijęs su kitu BPM aspektu. Tad tampa svarbu atsižvelgti į kelis kontekstinius veiksnius vienu metu, o ne žiūrėti į juos kaip izoliuotus ir atskirtus vienas nuo kito elementus. Autoriai apžvelgia tiek vidinius, tiek išorinius kontekstinius veiksnius, tam, kad atskleistų šių veiksmų poveikį proceso valdymo veikloms. Į kontekstą galima žiūrėti iš keturių dimensijų:

- Kontekstiniai veiksniai susiję su BPM **tikslais**

Tikslai tiesiogiai veikia, kaip BPM bus įgyvendintas ar kokie įrankiai ir technikos bus pritaikytos. Todėl šis kontekstinis veiksnys yra itin svarbus. Didelė dalis BPM tyrimų sutelkia dėmesį į procesų tobulinimą ir tarpusavio suderinimą, inovaciją.

- Kontekstiniai veiksniai susiję su **procesais**

Proceso bruožai daro didelę įtaką verslo procesų valdymui. Išskiriami žiniomis paremti ir žiniomis neparemti procesai. Žiniomis paremti VP gali tik iš dalies būti apibrėžti tradiciniais procesų modeliais dėl savo nenuspėjamų sprendimų ar užduočių. Taip pat procesai skiriasi savo kūrybiškumu, pasikartojimo laipsniu, vertės pridėjimu, proceso dalyvių nepriklausomumu ir proceso kintamumu. Procesai turi būti pritaikyti pagal dalykinę sritį, kurioje jie veikia, ir pagal tai atsižvelgti, kokie procesų bruožai yra aktualiausi.

- Kontekstiniai veiksniai susiję su **organizacija**

Šis kontekstinis veiksnys kalba apie organizacijos dydį, atsarginių planų sudarymą, pačios organizacijos sudėtingumą bei joje vykstančius procesus. Taip pat tampa itin svarbu atsižvelgti į dalykinę sritį, kurioje organizacija veikia. Organizacijos gali skirtis pagal tai, kaip jos kultūra palaiko BPM. Galiausiai ištekliai yra svarbus kontekstinis veiksnys, kuris gali būti sėkmingai įgyvendintas tik tada, kai organizacija išlaisvina reikalingus išteklius (žmogiškieji ištekliai, investicijos).

- Kontekstiniai veiksniai susiję su platesne **verslo aplinka**

Aplinkos veiksniai – tai veiksniai, kylantys ne iš organizacijos. Į juos gali įeiti sociokultūriniai, politiniai faktoriai, rinkos situacija, aplinkinė nežinomybė ar neramumas. Tokie veiksniai lemia, kad būtų atsižvelgiama į juos, nes jie suteikia dinamines pokyčių galimybes. Aplinkos nežinomybė turi galimybę įtakoti procesų standartizavimą, informacijos gavybos reikalavimus ir projekto valdyme BPM kontekste. Tradicinės procesų valdymo veiklos remiasi procesų apibrėžimu organizacijos stabilumo laikotarpyje. Tai veda prie požiūrio, kad labiau lankstūs, tikslais orientuoti BPM būdai turi būti analizuojami aplinkos konteksto atžvilgiu. Konkurencija taip pat yra vienas iš aplinkos veiksnių. Norint būti sėkmingiems, organizacijos turi susieti savo strategiją ir struktūrą su konkurencinga aplinka. Tokia aplinka yra svarbi atsižvelgiant į esminius pagrindinius procesus.

1.4. Konteksto modelio sudarymo technikos

Konteksto kintamųjų ir kontekstu paremto mokymo identifikavimas yra dvi pagrindinės sampratos, kurias autoriai asocijuoja su konteksto jautrumu procesų modeliavime (Ploesser et al., 2009). Šie autoriai teigia, kad jie įsivaizduoja konteksto jautrumą esantį kaip nenutrūkstamą principą, kuris apima visus proceso gyvavimo ciklo etapus. O tai reiškia, kad konteksto jautrumas turi būti įtrauktas į proceso valdymą nuo pat pradžių negu kaip atskiras komponentas. Kai kurie gamintojai leidžia įtraukti tam tikrą kintamumo laipsnį į procesų modeliavimą, tačiau tai vis dar išlieka nepilnai įgyvendinta sritis. Dažnai šis kintamumas yra atsižvelgiamas, kai yra kalbama apie vidinį kintamumą, t.y. tokį, kuris neatsižvelgia į išorinius kintamuosius kintant aplinkai. Konteksto jautrumas pasireiškia procesų planavimo ir modeliavimo, konteksto išgavimo ir supratimo, geriausių praktikų panaudojimo etapuose. Autoriai pasiūlo keletą kontekstui jautrių modeliavimo technikų bei kada jas geriausia naudoti:

2 lentelė. Kontekstui jautrios technikos (pagal Ploesser et al. 2009)

Koncepcija	Apibrėžimas	Panaudojimas
Konteksto išgavimas	Konteksto išgavimas analizuoja programos įvykių žurnalų dokumentus ir šaltinius (neapdoroti duomenys) ieškant atvejų konteksto ir trikdžių. Remiantis pažengusiais algoritmais ir automatinio mokymosi (angl. <i>Machine Learning</i>) įrankis gali koreliuoti išorinius įvykius su operaciniais pokyčiais bei jų pasekmėmis.	Procesų identifikavimas, procesų kontrolė ir auditas

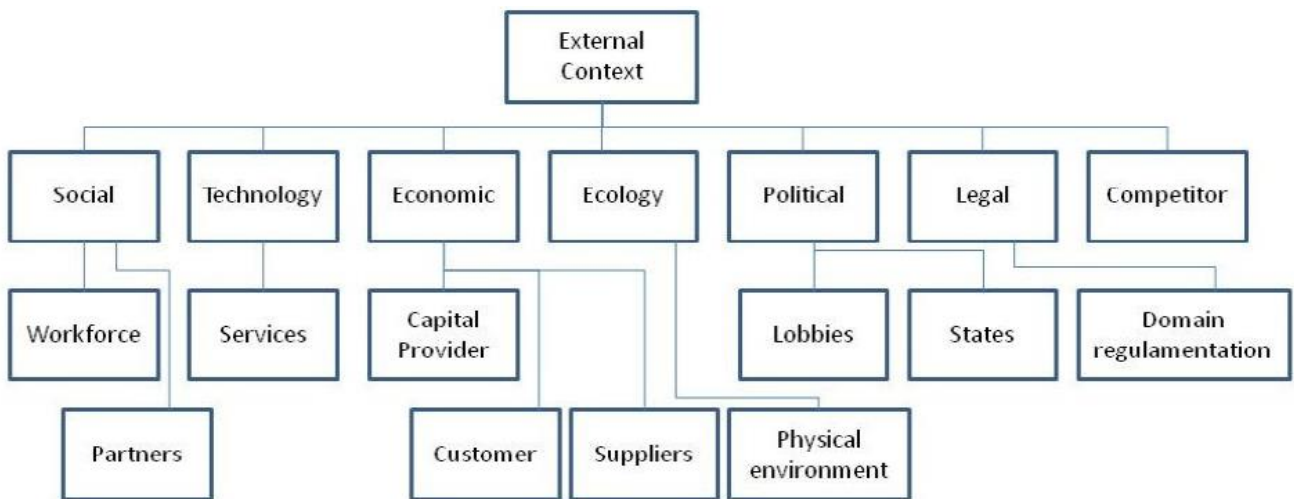
Konteksto modeliavimas	Konteksto modeliavimas palaiko priežasties – pasekmės sąryšius ir atlieka poveikio analizę. Tai yra svarbus žingsnis siekiant turėti atsarginius planus ir stiprius verslo procesus. Tolimesnis tyrimas gali padėti pavaizduoti, kaip išoriniai poveikiai paveikia proceso modeliavimo aplinką, ir simuliuoti „what-if“ scenarijus. Svarbu mokėti valdyti procesų pertekliškumą ir sudėtingumą.	„AS-IS“ esamos ir „TO-BE“ būsimos situacijos procesų modeliavimas
Konteksto taksonomijos	Importuoti tai dalykiniai sričiai specifines kontekstines bibliotekas. Konteksto taksonomijos drastiškai pagreitins konteksto modeliavimo pastangas, suteikdamas standartizuotą žodyną, tuo pačiu suteikdamas gerųjų praktikų panaudojimą.	Procesų standartizavimas, procesų įvertinimas pagal standartą, geriausios praktikos
Kontekstui jautrus procesų administravimas	Nuolatinis kontekstinių kintamųjų stebėjimas yra esminis kontekstinio jautrumo komponentas procesų administravime. Jis susideda iš atrinkimo, konfigūravimo ir įdiegimo. Šiame etape yra dirbama su procesų lankstumu ir kaip jam prisitaikyti bei palaikyti. Tai gali būti pasiekta pasitelkiant procesų palaikymo sistemas, kurios gali pakeisti esamus standartinius VP modelius, pasirenkant vieną iš jų, kad atitiktų skirtingą kontekstą. Taip pat tokia sistema leidžia naudotojams pritaikyti procesus nutolstant nuo standartinių procesų formalizavimo. Naudojant procesų gavybą, procesai yra pritaikomi naujiems kontekstų atradimams, o galiausiai pridėjimams prie esamų VP modelių, kurie vėliau galėtų būti atnaujinti ir optimizuoti pagal sėkmingus naudotojo apibrėžtus procesų variacijas pagal tam tikrą kontekstą.	Procesų įgyvendinimas, automatizacija ir administravimas

1.4.1. Išorinio konteksto identifikavimo metodas

Autoriai Ramos, Baiao (2010) aptaria Nunes et al. (2009) pasiūlytą modelį, kuris vaizduoja kontekstą pasitelkiant formalią ontologiją, į kurią įeina: informacija, kuri egzistuoja veiklos (laikas, artefaktai) vykdymo metu; informacija apie aktorius ar grupes, kurios atlieka veiklą; informacija apibūdinti sąveikai tarp asmenų veiklos vykdymo metu. Tačiau šis modelis neįtraukė išorinės aplinkos konteksto. Saidani, Nurcan (2007) aptarė konteksto aktualumą VP modeliavime ir pasiūlė modeliuoti procesus kartu su konteksto vykdymo apibūdinimu. Jų požiūris yra paremtas keturiomis procedūromis: konteksto surinkimas, kategorizavimas, adaptacija ir matavimas bei VP iniciavimas. Jie siūlo tik populiariausios kontekstinės informacijos taksonomiją: vieta, laikas, ištekliai ir organizacija. Rosemann et al. (2008) pasiūlė integruoti kontekstą į procesų modeliavimą, nes tai veikia procesų modelio struktūrą ir apibūdina meta-modelį, kuris apibūdina proceso struktūrą, tikslus ir kontekstą. Autoriai pasiūlo karkasą, kurio metu identifikuojami proceso tikslai, dekomponuojamas procesas, išskiriamas susijęs kontekstas, identifikuojami kontekstiniai elementai.

Ramos, Baiao (2010) savo darbe didžiausią dėmesį ir skiria ketvirtajam etapui – kontekstinių elementų identifikavimui. Autoriai teigia, kad šis identifikavimas galimas veiklų lygmenyje, taip įgalindamas procesu suinteresuotoms šalims dinamiškai kištis į tam tikrą veiklos rezultatą pritaikydami anksčiau įgytas žinias proceso vykdymo metu. Sąlygos yra apibrėžiamos pagal išorinę aplinką. Svarbiausia identifikuoti procesą, todėl pagrindiniai VP yra pasirenkami išskiriant juos iš verslo tikslų ir organizacijos strategijos. Tuomet išoriniai kintamieji turi būti išskirti ir pavaizduoti bei susieti su proceso modeliu, naudojantis matrica. Tai atlikus jau galima kaupti šią informaciją per tinkamus šaltinius (sensoriai, duomenų bazės, t.t.). Visa tai priveda prie rekomendacijų ir scenarijų, kaip patobulinti procesą, o tai gali vesti prie proceso pokyčių ir taip ciklas vėl kartojasi. Problema iškyla su išorinės aplinkos kontekstu, kuris paprastai negali būti užfiksuotas transakcinėse sistemose, bet tik iš organizacijos išorės.

Norint užfiksuoti ir naudoti kontekstinę informaciją yra svarbu specifikuoti kuri kontekstinė informacija yra reikalinga organizacijoje ir pavaizduoti tai suprantama ir visiems priimtina forma. Autoriai pasiūlo metodą, skirtą identifikuoti išorinio konteksto kintamuosius, kurie gali būti kylantis ne iš organizacijos, bet būti itin aktualūs siekiant užsibrėžtų tikslų. Iš tiesų, autoriai Rosemann, Recker, Flender (2008) sutinka, kad proceso tikslai leidžia išgryninti potencialius kontekstinius elementus, kurie būtų aktualūs ar susiję su procesu ir dėl to turi būti įtraukti ir į patį proceso modelį. Šis metodas taip pat parodo, kurios specifinės proceso veiklos yra paveikiamos išorinio konteksto kintamųjų siekiant organizacijos tikslų. Šie kintamieji privalo būti tiesiogiai susiję su procesu.



7 pav. Išorinio konteksto kategorijos (pagal Ramos, Baiao 2010)

Kaip jau minėta maža dalis išorinio konteksto elementų yra įtraukiama į analizę ir apibrėžimą. Autoriai pasiūlo kreipti dėmesį į įvykius, kurie įvyksta išoriškai nuo proceso ar nuo suinteresuotos organizacijos, bet kažkoku būdu įsiterpia į tą procesą, sukeldami tam tikrą poveikį. Taigi autoriai pasiūlo išorinio konteksto kategorijas (žr. 7 pav.). Jis susideda iš ekonominių (klientai, tiekėjai, kapitalo tiekėjai), socialinių (partneriai, darbo jėga), technologinių (paslaugų), politinių (valstybių, lobėjų), įstatyminių (domeno reglamentavimas), ekologinių (fizinė aplinka), konkurentų kategorijų.

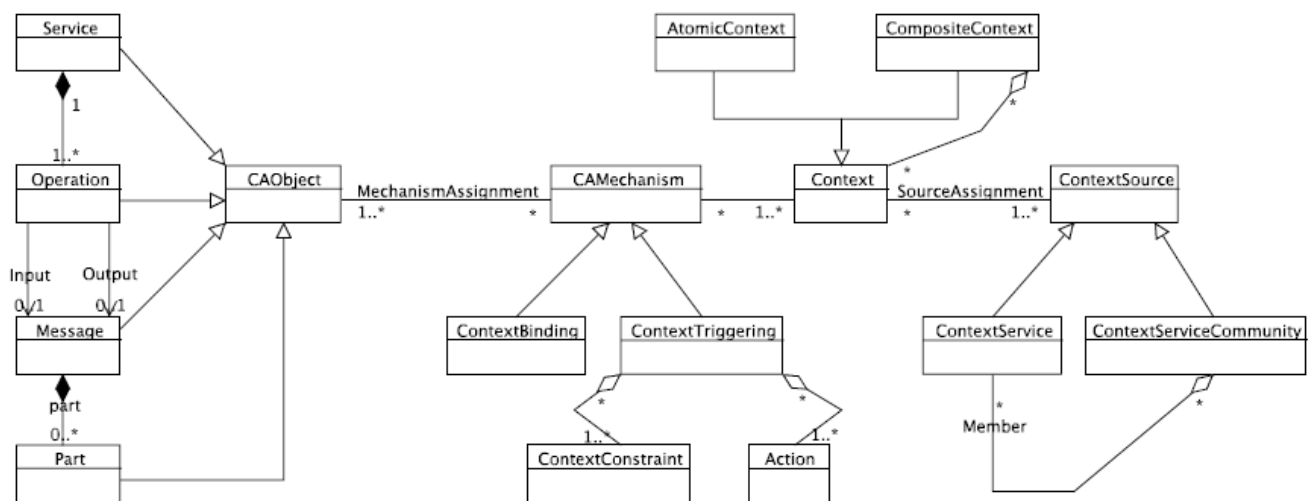
1.4.2. „ContextUML“ modeliavimo kalba

Sudėtingų kontekstui jautrių paslaugų (KJP) kūrimas vis dar yra sudėtinga sritis. Autoriai Sheng, Benatallah (2005) straipsnyje pateikia modeliavimo kalbą, modeliais paremtame kontekstui jautrių žiniatinklio paslaugų (angl. *Web services*) kūrimu. Kontekstui jautri žiniatinklio paslauga, autorių teigimu, yra paslauga, kurios atsižvelgia į asmeninę vartotojo aplinką (vietą, veiklas, kuriomis jie užsiima, asmenines pirmenybes). Šios paslaugos suteikia vartotojams jiems pritaikytą ir suasmenintą elgseną ir priklauso nuo vartotojo užduočių. Pavyzdžiui, paslauga „pietavimas universitete“ galėtų suteikti vartotojams pasiūlymus, kur nueiti pavalgyti universiteto teritorijoje, priklausomai nuo jų maisto poreikių, vietos, oro sąlygų. Kontekstui jautrių paslaugų kūrimo procesas užtrunka ilgai ir yra sudėtingas. „ContextUML“ modeliavimo kalba suteikia formalaus projektavimo ir kūrimo struktūrą kuriant KJP. Į šią modeliavimo kalbą įeina konteksto apibendrinimas, į kurį įeina kontekstinių atributų specifikacija ir išgavimas bei kontekstui jautrių mechanizmų formalizavimas ir jų naudojimas KJP.

Toks modeliais paremtas KJP kūrimas turi keletą privalumų. Pirma, jis pagerina KJP kūrimo produktyvumą ir kokybę. Paslaugos yra formaliai ir aiškiai dokumentuojamos. Įgyvendinimas gali būti atliktas automatiškai transformuojant paslaugos projektavimo modelį į tam tikrą platformą (pvz. BPEL specifikaciją). Antra, palengvina sistemos palaikymą ir evoliuciją. Bet kokie pokyčiai gali būti lengvai atlikti paslaugos modelio abstrakcijos lygmenyje ir automatiškai skleidžiama iki pilno įgyvendinimo.

Galiausiai, ši modeliavimo kalba praplečia paslaugos projektavimo perkeliamumą dėl techninio paslaugų modelių nepriklausomumo. Paslaugų modeliai gali būti migruojami į naujas technologijas (protokolus, žiniatinklio paslaugų kalbas) tiesiog kuriant naujas transformacijos taisykles. Sheng, Benatallah (2005) teigia, kad tai yra pirmas žingsnis kuriant pilnus modeliais paremtus metodus kontekstui jautrioms paslaugoms kurti. Šis metodas leidžia formaliai modeliuoti KJP ir jos vykdomąjį įgyvendinimą automatiškai generuoti bei išdėstyti.

Beiksle galima matyti autorių pasiūlytą ContextUML meta-modelį, kuris aprašomas pagal du požiūrius: konteksto modeliavimo bei kontekstui jautraus modeliavimo.



8 pav. „ContextUML“ meta-modelis (pagal Sheng, Benatallah 2005)

• Konteksto modeliavimas

Šiame meta-modelyje kontekstas yra klasė, kuri modeliuoja kontekstinę informaciją, ir yra išskiriamas į atominį kontekstą ir sudėtinį kontekstą (angl. *ContextType*). Atominis kontekstas yra žemo lygmens kontekstas, kuris nėra priklausomas nuo kitų kontekstų ir gali būti tiesiogiai suteiktas iš konteksto šaltinių. Jis veikia priešingai negu sudėtinis kontekstas, kuris yra aukšto lygmens ir neturi tiesioginio atitikmens konteksto tiekime. Sudėtinis kontekstas agreguoja kelis kontekstus, kurie gali būti atominiai ar sudėtiniai. Sudėtinio konteksto koncepcija yra naudojama, kad suteiktų didesnę modeliavimo žodyną. Atominiai kontekstai gali būti „temperatūra“ ir „tikimybė, kad lis“, nes jie gali būti gauti iš „GlobalWeather“ žiniatinklio paslaugos (angl. *web service*), o šiuos du kontekstus agreguoja sudėtinis kontekstas – „blogos oro sąlygos“.

Konteksto šaltinis (angl. *ContextSource*) modeliuoja išteklį, iš kurių yra gaunamas kontekstas. Autoriai išgauna dvi konteksto šaltinių kategorijas, kurios apibrėžiamos konteksto paslaugos (angl. *ContextService*) ir konteksto paslaugos bendruomenės (angl. *ContextServiceCommunity*) subtipais. Konteksto paslauga yra suteikiama autonominės organizacijos (t.y. konteksto teikėjo), kuri surenka, apdoroja, skleidžia ir platina kontekstinę informaciją. Konteksto paslaugos bendruomenės elementas yra

skirtas dinamiškai sekti optimalų kontekstą – spręsti išskylančius sunkumus dėl dinaminės ir nevienalytės kontekstinės informacijos. Taip pat yra svarbu paminėti, kad autoriai nesigilina, iš kur yra išgaunama neapdorota kontekstinė informacija. Konteksto paslaugos bendruomenės elementas agreguoja keletą konteksto paslaugų ir pasiūlo bendrą suvienodintą sąsają. Šis elementas yra skirtas palaikyti dinaminį kontekstinės informacijos išgavimą. Jis apibūdina norimos paslaugos galimybes. Kai šis elementas yra iškviečiamas, jis yra atsakingas už geriausiai tinkamos konteksto paslaugos parinkimą, kuri suteiks reikalingą kontekstinę informaciją.

Konteksto kokybė yra itin svarbi, nes kontekstinė informacija yra naudojama automatiškai pritaikyti paslaugas ar turinį, kurias ji teikia. Taip pat ir ontologija daro didelę įtaką, kaip mes suprantame konteksto paslaugų semantiką. Ontologija – tai formaliai apibrėžta suinteresuoto domeno (kitaip tariant nuo domeno nepriklausoma) koncepcija, kuri apima esybių, sąryšių, egzempliorių, funkcijų ir aksiomų rinkinius. Konteksto paslaugos, apibrėžtos ontologijose, apima aiškią semantinę reprezentaciją ir pateikimą.

- **Kontekstui jautrus modeliavimas**

Autorių darbe išskiriami du tipai, kurie atspindi kontekstui jautrų modeliavimą – konteksto sujungimas (angl. *ContextBinding*) ir konteksto iškvietimas (angl. *ContextTriggering*). Konteksto sujungimas – tai automatinis konteksto ir kontekstui jautrių objektų sujungimas. Jis leidžia automatiškai išgauti informaciją naudotojams pagal prieinamą turimą kontekstinę informaciją. Pavyzdžiui, turime įvedimo parametrą „Miestas“ ir kontekstinę informaciją „Naudotojo vietovė“ (angl. *userLocation*). Konteksto sujungimas pasireikštų tarp įvedimo lauko „Miestas“ ir „Naudotojo vietovės“. Rezultatas, iškviestos paslaugos metu, būtų randamos lankytinos vietos tame mieste, kuriame naudotojas šiuo metu randasi.

Konteksto iškvietimas modeliuoja konteksto pritaikymo situaciją, kur paslaugos gali būti automatiškai vykdomos ar pakeistos pagal turimą kontekstinę informaciją. Šis mechanizmas gali būti vykdomas (t.y. atliekami kažkokie veiksmai), kai ir tik kai konteksto ribojimai yra įvertinti į „true“. Konteksto ribojimai specifikuoja, kad tam tikras kontekstas turi įvykdyti tam tikrą sąlygą tam, kad atliktų tam tikrą operaciją. Konteksto ribojimai yra modeliuojami kaip predikatas, t.y. Boolean funkcija, kuri susideda iš operatoriaus ir dviejų ar daugiau operandų. Pirmas operandas visada reprezentuoja kontekstą, o kiti operandai gali būti konstantos ar kontekstai. Operatorius gali priimti du ar daugiau įvedimo parametrų arba dvinarį intarpo operatorių (pvz., =, ≤, ≥, ∈), kuris palygina dvi reikšmes.

Išanalizavus šią pasiūlytą modeliavimo kalbą „ContextUML“ trūksta daugiau informacijos, kaip modeliuoti kontekstą, gaunamą ne iš įvairių įrenginių, bet iš išorinių ar vidinių šaltinių, tokių, kurie ateina iš pačios organizacijos, išteklių ar įvairių taisyklių, įstatyminių bazių ir kaip tai paveikia pačius

procesus. Taip pat yra svarbu ne tik atsižvelgti į statinį kontekstą, bet ir į dinamiškai kintamą, t.y. tokį kontekstą, kuris gali kisti ir kaip tada to proceso veiklų atlikimas keičiasi.

1.4.3. Konteksto modelis kūrimas remiantis ontologija

Serral, De Smedt, Vanthienen (2015) integruoja du modelius, kad reprezentuotų nuo konteksto prisitaikančius verslo procesus: a) ontologija paremtas konteksto modelis; b) praplėsti spalvoti Petri tinklai (angl. *Colored Petri Nets*, toliau – CPN), kur verslo procesai gali remtis kontekstu, apibrėžtu konteksto modelyje. Norint aprašyti verslo kontekstą, autoriai naudoja ontologiją, nes jos garantuoja aukšto lygmens išraiškingumą, formalumą ir semantinį turtingumą bei parodo akivaizdžius privalumus konteksto naudojimui, panaudojimui, skirtingų sistemų bendradarbiavimą (angl. *interoperability*). Kaip jau minėta, ontologija yra formalus koncepcijų reprezentavimas domene bei sąryšiai tarp tų koncepcijų. Ontologija susideda iš šių elementų:

Klasės – tai koncepcijos, esybės. Klasė paprastai reiškia objektų rinkinį ar kategoriją, kurie dalijasi vienodais bruožais (pvz., produktas, vieta).

Duomenų savybės – savybės, kurios identifikuoja pačią klasę nuo kitų klasių ir turi pagrindinį tipą (integer, string, laikas, vardas, amžius).

Objektų savybės – savybės, kurios identifikuoja ryšį tarp dviejų ontologijų klasių, t.y. identifikuoja, kaip objektas yra susietas su kitu objektu ontologijoje.

Ribojimai – taisyklės, kurios turi būti patenkinamos elementams, kuriems yra apibrėžtos.

Egzemplioriai – apibrėžtos klasės objektai.

Norint specifikuoti programos kontekstą pirmiausia konteksto klasės, savybės ir domeno ribojimai turi būti identifikuoti. Po to specifinio kontekstas pritaikymas turi būti apibrėžtas kaip apibrėžtos klasės egzemplioriai. Autoriai naudoja OWL (angl. *Web Ontology Language*) kalbą, tam, kad pavaizduotų ontologija paremtą konteksto modelį. OWL yra mašina interpretuojama semantinė kalba, skirta publikuoti ir dalintis ontologijomis ir yra atvirai pasiekiamas standartas. OWL suteikia žodyną kartu su formalia semantika tam, kad sukurtų valdymą ir žinių perdirbimą vykdymo metu. Todėl ji palaiko konteksto reprezentavimą ir jo dinamiškumą.

1.4.4. CPN plėtinys

Autoriai Serral, De Smedt, Vanthienen (2015) išnagrinėję CPN apibrėžimą, nustatė, kad kontekstas gali būti pateiktas šiais konstruktais spalvotuose Petri tinkluose:

Perėjimo užtvaros (angl. *transition guards*): gali turėti konteksto duomenis, kad įgalintų dinamines sąlygas;

Perėjimo laikas (angl. *transition timing*): kontekstas gali išreikšti laiko ribojimus ir sąlygas, kurias galima įtraukti į perėjimus;

Perėjimo veiksmai (angl. *transition actions*): gali turėti funkcijas, kurių parametrai yra kontekstiniai duomenys;

Arkų išraiškos (angl. *arc expressions*): arkos nusprendžia srautų sąryšius tarp vietų ir perėjimų ir gali turėti išraiškas, kurios turi savyje kontekstinius duomenis;

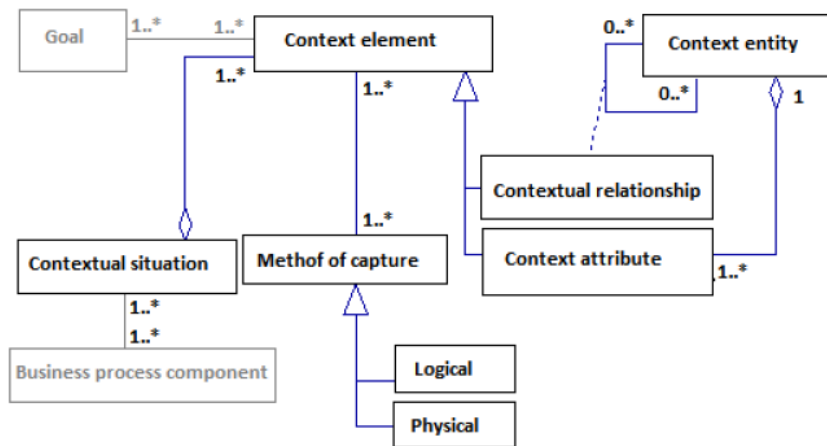
Vietos pirminis žymėjimas (angl. *place inicial marking*): gali turėti kontekstinę informaciją, kad įgalintų dinamines reikšmes.

Kontekstas yra matomas kaip specialus duomenų atpažinimo atvejis CPN metode. Jis gali apimti visą elgseną, kuri yra atvaizduojama spalvomis modelyje. Šiuo atveju kontekstas turi galimybę įtraukti duomenų operacijas spalvoto tinklo išorėje. Tokiu būdu yra atskiriamos duomenų ir darbų sekos logikos, bet yra sujungiamos kvietimo-atsako požiūryje. Šis plėtinys leidžia išgauti duomenis iš konteksto modelio egzemplioriaus, kuris leidžia kontekstui paveikti darbų srautą ir tinkamai spręsti konteksto dinamiškumo klausimą.

1.4.5. Bendrinis konteksto modelis paremtas ontologija

Atsižvelgiant į jau anksčiau šiame darbe aptartas sąvokas – konteksto jautrumo sampratą, konteksto modeliavimą bei konteksto jautrumo suvokimą verslo procesų valdyje, autoriai Saidani, Rolland, Nurcan (2015) savo darbe pasiūlė naują konteksto modeliavimo požiūrį BPM srityje. Pasiūlytas požiūris siekia identifikuoti ir formalizuoti kontekstines žinias, tiesiogiai susijusias su verslo procesais tam, kad galėtų adaptuoti ir keisti VP pagal tą kontekstą. Šis požiūris yra bendrinis ir plečiamas bei gali būti integruotas į daugelius verslo procesų modeliavimo būdus. Šis metodas yra paremtas ontologijomis ir turi du lygmenis – bendrinį ir specifinį.

9 paveiksle pavaizduotas autorių pasiūlytas konteksto meta-modelis. Šviesiai pilka spalva pažymėtos esybės nepriklauso konteksto meta-modeliui, tačiau yra susijusios su meta-modelio koncepcijomis. Autoriai teigia, kad šis konteksto meta-modelis nėra priklausomas nuo proceso meta-modelio (Oumaima Saidani et al., 2015). Šie du meta-modeliai siejasi tik per verslo proceso komponento klasę, kuri priklauso verslo proceso meta-modeliui ir kontekstinei situacijai, kuriai priklauso pasiūlytas konteksto meta-modelis. Verslo proceso komponentas yra bendrinis konceptas, kuris reprezentuoja verslo proceso modelio dalį, t.y. veiklą, subprocesą, užduotį, t.t. Šis ryšis parodo, kad VP komponentas negali būti vykdomas, nebent yra išpildytas vienas ar daugiau kontekstinių sąlygų. Taip pat jis išreiškia konteksto įtaką verslo procesams adaptacijos fazėje.



9 pav. Konteksto meta-modelis (pagal Saidani, Rolland, Nurcan 2015)

Pasiūlyto meta-modelio klasių paaiškinimai:

- **Konteksto esybė** – kontekstas yra sudarytas naudojant konteksto esybės koncepciją. Ši koncepcija vaizduoja kontekstinės informacijos dalį. Konteksto esybės gali būti: aktorius, aplinka, procesas. Jos gali būti dviejų tipų: konteksto atributai ir kontekstiniai ryšiai.
- **Konteksto atributas** – kiekviena konteksto esybė yra atvaizduojama kaip konteksto atributų rinkinys. Konteksto atributas yra pamatuojamas atominis bruožas, kuris sukuria aiškiai apibrėžtą kontekstinę informaciją (pvz., patirtis, pasiekiamumas).
- **Kontekstinis ryšys** – konteksto esybės siejasi tarpusavyje kontekstiniais ryšiais. Pavyzdžiui, konteksto esybė Aktorius yra susijęs su konteksto esybe Vieta ryšiu „Randasi“.
- **Konteksto elementas** – ši koncepcija leidžia charakterizuoti konteksto esybę, kuri gali būti konteksto atributas ar kontekstinis ryšys. Konteksto elementas yra susijęs su verslo tikslais procese. Šie elementai gali būti dviejų tipų: dinaminiai ar statiniai. Statinis konteksto elementas turi fiksuotą apibrėžtą reikšmę, o dinaminio elemento reikšmė gali kisti dinamiškai.
- **Išgavimo metodas** – specifikuoja, kaip konteksto elemento reikšmė yra apibrėžiama. Matavimas gali būti atliktas pasitelkiant loginius ar fizinius sensorius. Reikšmės taip pat gali būti išgaunamos numanomais būdais, kai jos gaunamos iš informacinės sistemos, arba kai reikšmė yra konkrečiai nurodoma.
- **Kontekstinė situacija** – yra apibūdinama vienu ar daugiau konteksto elementų su susijusiomis reikšmėmis.

Atlikti tyrimai rodo, kad ontologija paremti modeliai turi didesnę išraiškingumą, geriau pasiekia užsibrėžtus reikalavimus ir konteksto modeliavimo tikslus. Ontologija leidžia dalintis žiniomis išskirstytose sistemose. Į ontologiją įeina apibrėžiamoji semantika, taip leidžiant vystyti kontekstinės informacijos priežastis. Konteksto ontologijos projektavimas leidžia paprastai naudoti terminus tam, kad

palengvintų kūrėjų darbą. Taip pat yra didelis lankstumas ir plečiamumas, nes ontologija palaiko paprastą kontekstinių elementų ir naujų ryšių pridėjimą. Ontologija neturėtų būti susieta tik su tam tikrais konteksto tipais, bet turi įtraukti visų tipų kontekstą. Galiausiai ontologija turi leisti detaliai apibūdinti kontekstą. Taigi remiantis čia aprašytais ontologijos privalumais, autoriai sudarė konteksto modelį, kuris yra prieš tai paminėto konteksto meta-modelio egzempliorius (angl. *instance*).

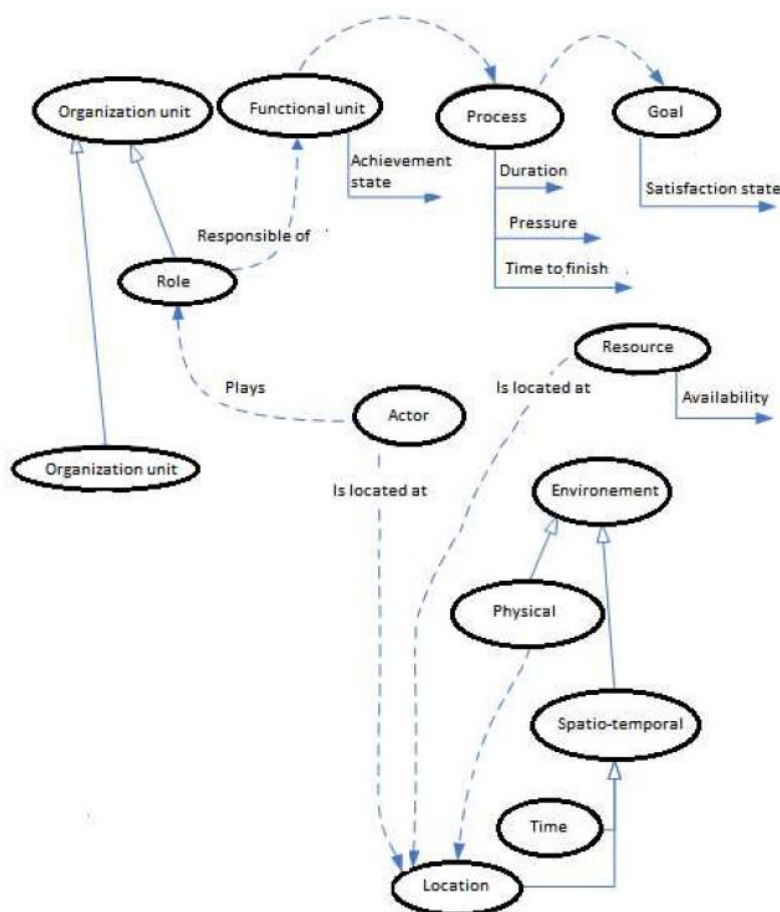
Kontekstinės informacijos prigimtis yra susijusi su verslo domenu. BPM srityje Saidani, Rolland, Nurcan (2015) priima kontekstinę informaciją kaip visą informaciją, kuri atspindi besikeičiančias sąlygas ir daro įtaką verslo procesų modeliavimui ir vykdymui. Kontekstinė informacija gali būti dviejų tipų:

- Kontekstinė informacija, kuri yra nepriklausoma nuo verslo domeno ir VP, t.y. aktorių prieinamumo, proceso vykdymo laiko.
- Kontekstinė informacija, kuri yra priklausoma nuo domeno ar VP. Pavyzdžiui, paskolos išdavimo verslo procese, paskolos paraiškos reikšmingumas gali būti suprantamas kaip kontekstinė informacija, kuri yra susijusi su verslo procesu.

Autoriai mano, kad inžinerinis požiūris turi įvertinti įvairius kontekstinės informacijos tipus nepriklausomai nuo verslo domeno srities, proceso ar organizacijos ir konteksto informacija nebūtų ribota tik vienoje srityje, o kitose ne. Taigi todėl ir yra pasiūlomas dviejų lygmenų – bendrinis ir specifinis modelis, atsižvelgiant į kontekstinės informacijos lankstumą, kuris yra specifinis tam tikrame domene, ir kitu atveju panaudoti bendrines koncepcijas, pritaikomas visur. Toliau šiame darbe nagrinėsime tik bendrinį konteksto modelį.

10 paveiksle galima matyti autorių apibrėžtą bendrinį konteksto modelį. Jie identifikavo konteksto elementus, kurie siejasi su aktoriaus, proceso, išteklių ir verslo aplinkos elementais – jų nuomone, šie elementai yra esminiai konteksto reprezentavimui BPM. Konteksto elementai ir esybės gali būti praplečiamos pagal reikalingą dalykinę sritį. Pagrindinės konteksto esybės:

- **Procesas:** į jį įeina kontekstiniai veiksniai, kurie charakterizuoja verslo procesą (pvz., atlikimo laikas).
- **Aplinka:** tai kontekstiniai veiksniai, kurie charakterizuoja proceso veikimo aplinką.
- **Organizacinė esybė:** reprezentuoja kontekstinius veiksmus, kurie siejasi su organizacija.
- **Aktorius:** tai kontekstiniai veiksniai kaip asmeninės savybės, amžius, vieta, aktorių veikla.
- **Ištekliai:** verslo objektų bruožai (išteklių buvimas).
- **Funkcinė esybė:** ji reprezentuoja funkcijų, veiklų, užduočių ir subprocesų charakteristikas, kurios sudaro procesą.



10 pav. Bendrinis konteksto modelis (pagal Saidani, Rolland, Nurcan 2015)

Dar vieną ontologija paremtą konteksto modelį siūlo autoriai Nunes, Santoro, Borges (2009). Šis ontologija paremtas konteksto modelis yra nuo domeno nepriklausomas, taip leidžiantis jį pritaikyti įvairiose dalykinėse srityse pagal poreikį. Šis modelis rodo, kad kontekstas yra sudarytas iš sąveikų su aktoriais. Veiklos, kurios priklauso nuo atliekamos rolės irgi sąveikauja su kontekstu. Pati veikla yra sudaryta iš artefaktų, išorinių duomenų, laiko, išteklių verslo taisyklių, terminų. Taip pat procesas procedūros tiesiogiai priklauso nuo konteksto. Taigi šis modelis atkreipia dėmesį į pagrindinius konteksto elementus bei sąveikas.

1.4.6. Kontekstas išplečiantis verslo procesų modelius

Kontekstas nėra atskirai veikianti esybė, bet kontekstas gali kažką reikšti tik kai yra kalbama kartu su verslo procesais. Dėl šios priežasties kontekstas turi būti integruotas į verslo procesus, nes jis suteikia procesams dinamiškumo ir verčia adaptuotis priklausomai nuo procesą veikiančių kontekstinių elementų. Todėl svarbu apžvelgti autorių Rosemann, Recker, Flender (2008) pasiūlytą konteksto meta-modelį. Jis parodo, kaip tikslai apsprendžia, kurie kontekstinių elementų rinkiniai proceso aplinkoje yra aktualūs ir svarbūs. Kitaip tariant, kurie kontekstiniai elementai veikia, kaip gerai procesas pasiekia apsibrėžtus tikslus. Teoriškai kontekstinių elementų ir kintamųjų skaičius gali būti neribotas. Šiame modelyje (žr. 11 pav.) galima matyti, kad kontekstas yra vienas iš šešių požiūrių verslo procesų meta-

esybės, aktualumo/svarbos. Tačiau kalbant apie konteksto svarbą, autorių nuomone, ją reikia vertinti iš proceso veiklos perspektyvos. Tai reiškia, kad kontekstas yra tiek aktualus ir svarbus, kiek jis veikia ir daro įtaką proceso veikloms.

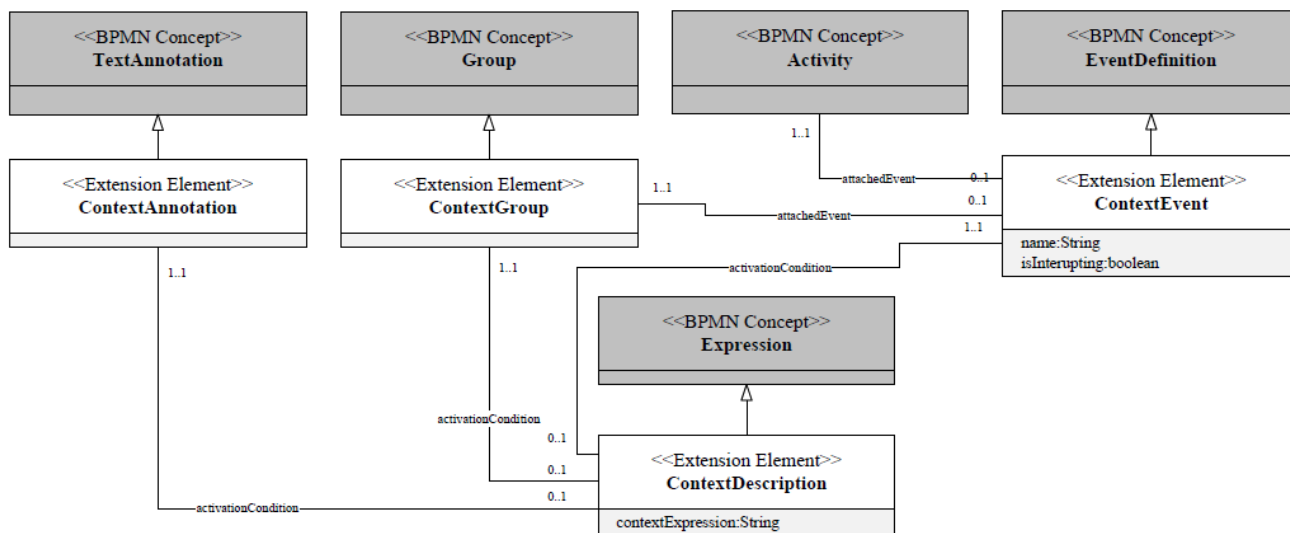
Santoro et al. (2017) tęsia Anastassiu et al. (2016) pradėtą tematiką suformuluodami užduotis, reikalingas atlikti kontekstui jautraus BPM gyvavimo ciklo metu. Etapai susideda iš konteksto apibrėžimo, modeliavimo, surinkimo ir naudojimo bei palaikymo. Šie etapai yra glaudžiai susiję su verslo procesų valdymu. Palaikymo etape yra svarbu suprasti, kad kontekstas yra itin dinaminis ir gali keistis laikui bėgant, keičiantis situacijai ar taisyklių pasikeitimui ar senų nebegaliojimui įvykus.

1.4.7. Meta-modeliu paremtas plėtinys kontekstui jautriems VP

Autorių Dörndorfer, Seel (2017) indėlis į kontekstui jautrių procesų apibrėžimą ir modeliavimą pasireiškia tuo, jog jie identifikavo pagrindinius reikalavimus skirtus BPMN 2.0 plėtinio sukūrimui. Tam buvo pasitelktas meta-modelio būdas (žr. 12 pav.). Pagrindiniai reikalavimai matomi 3 lentelėje.

3 lentelė. Išsikelti reikalavimai plėtiniui (pagal Dörndorfer, Seel 2017)

Reikalavimas	Apibūdinimas	Modelis
Konteksto žymeklis	Būdas pažymėti veiklą ar seką priklausomą nuo konteksto	BPMN plėtinys
Konteksto įvykis	Konteksto įvykis gali būti tarpinis arba netarpinis (angl. <i>interrupting, non-interrupting</i>).	BPMN plėtinys
Konteksto išraiškos kalba	Trumpai išreikšti konteksto sąlygą.	BPMN plėtinys
Įvertinimo taškas	Taškas laike, kurio metu konteksto informacija turi būti įvertinta.	BPMN plėtinys
Suderinamumas su BPMN 2.0	Plėtinys turi būti suderinamas su BPMN 2.0.	BPMN plėtinys
Sensoriaus modeliavimas	Galimybė modeliuoti kontekstinės informacijos priklausomybes nuo sensorių ar kitos kontekstinės informacijos.	



12 pav. Konteksto plėtinio meta-modelis (pagal Dörndorfer, Seel 2017)

Konteksto meta-modelio plėtinio elementai yra pažymėti balta spalva, o su BPMN 2.0 susieti elementai – pilka spalva. (žr. 12 pav.). Šis autorių plėtinys susideda iš konteksto anotacijos, konteksto grupės, konteksto įvykio ir konteksto aprašo. Šie elementai yra jautrūs kontekstui. Autoriai išryškina kontekstinės informacijos įtaką įvykiams, kurie gali būti tarpiniai arba netarpiniai. Tai nauja koncepcija, kurią autoriai įtraukia į savo kuriamo plėtinio semantiką. Šis plėtinys galėtų pagelbėti identifikuojant problemas procesų vykdyme, kai juos veikia kontekstas bei padėti geriau juos kontroliuoti ir valdyti. Šis plėtinys yra skirtas modeliuoti kontekstui jautrius procesus mobiliosiose programėlėse.

1.5. Verslo procesų konteksto modelis procesų simuliacijoje

1.5.1. Kontekstas simuliacijoje

Pagrindinė simuliacijos idėja yra paprasta: norėdami gauti informacijos ir priimti informuotą sprendimą apie realaus pasaulio sistemą, reikia sukurti ir studijuoti kitą esybę (simuliacijos modelis), kuri užtektinai panaši į realaus pasaulio sistemą, ir tikimės, kad tai ką sužinosime apie simuliacijos modelį bus panašu ir pritaikoma pačiai sistemai. Kitaip tariant, simuliacijos modelis – tai kompiuterizuotas modelis, kurio pagalba galima spręsti apie realaus pasaulio sistemą ir įvertinti rizikas, išlaidas, elgseną, kai realiame pasaulyje tai atlikti būtų per brangu ar sunkiai įgyvendinama. Simuliacija gali būti diskrečių įvykių, sistemos dinamikos, tęstinos simuliacijos, Monte Karlo, kokybinė simuliacija (Giaglis 2001).

Diskrečių įvykių simuliacija – realios sistemos modelio kūrimo procesas. Su šiuo modeliu atliekami eksperimentai siekiant sužinoti įvairias sistemos elgsenas ar įvertinti įvairias strategijas pagal tam tikrus kriterijus.

Sistemos dinamika (SD) – įrankių rinkinys, skirtas perteikti sudėtingos valdymo sistemos struktūrą atlikimo spartai per tam tikrą laiką naudojant simuliaciją. Paremta prielaidos ir efekto bei vamzdžio (angl. *pipe*) diagramomis. Šių diagramų tikslas yra leisti modeliams apie sistemos struktūrą ir strategiją tapti tiksliai išdėstytu. Sistemos dinamikos pritaikymas kaip BPM/ISM technika pateikia nemažai apribojimų. Didelė svarba sutelkiama ties kontrolės ir grįžamojo ryšio procesais, kurie gali būti ribotos svarbos daugelyje praktinių verslo / informacinių sistemų modeliavimo situacijų. Wolstenholme (1993) teigia, kad kitas šio metodo trūkumas yra tai, jog jis sudarytas iš primityvių analitinių konstrukcijų, kurios yra ribotos apimties.

Verslo proceso simuliacinis modelis turi palaikyti (Cartelli, Di Modica, Tomarchio 2016):

- Proceso veiklų ir užduočių reprezentacija bei jų kontrolės srautas (proceso darbų srauto reprezentacija);
- Aukšto lygmens informacijos reprezentacija, kuri yra proceso užduočių naudojama / sukurama ir apima patį procesą ar duomenų srautą.
- Čia verslo proceso kontekstas yra faktorių rinkinys, išorinis proceso logikai, bet galintis paveikti proceso elgseną ir atlikimą vykdymo metu. Šį rinkinį sudaro žmogiškieji ištekliai, atsakingi už proceso užduočių įvykdymą, nežmogiškuosius išteklius, naudojamus proceso užduočių, verslo taisyklių, bet koks netikėtas įvykis, atsiradęs proceso vykdymo metu ir duomenų rinkinys, su kuriuo proceso užduotys bendrauja ir sąveikauja.

Dažnai išskylanti problema yra funkcinis sistemų suderinamumas, bet autoriai Heinrich et al. (2017) pasiūlo sprendimą – leisti simuliaciją izoliavus ją nuo išorinės aplinkos ir tik apsiukeisti simuliacijos rezultatais. IS simuliacijos rezultatai yra surašomi su stochastinėmis reikšmėmis VP modeliui ir yra naudojami kitose VP simuliacijose. Tokiu būdu yra išlaikomas nevienalytiškumas tiek simuliacijos modelio, tiek infrastruktūros lygmenyse.

1.5.2. Įgyvendinimas priemonėse

Simuliacijos įrankiai yra skirti praktiškai atlikti sumodeliuoto verslo proceso modelio analizę ir yra būtina priemonė verslo procesų optimizavimui ir tobulinimui. Atliekant skirtingas verslo proceso simuliacijas galima stebėti ir analizuoti gautus rezultatus, tam tikri įrankiai iš karto padeda suskaičiuoti ir pateikti bent minimalią statistinę informaciją, kiti įrankiai suteikia simuliacijos rezultatus, kuriuos eksperimento būdu galima interpretuoti. Dirbant su simuliacijos įrankiais yra svarbu apsibrėžti verslo procesą, įvesti reikalingus simuliacijos parametrus ir duomenis, vykdyti simuliacijos procesą per tam tikrą laiko tarpą ir sekti gautus rezultatus, vėliau pakeitus tam tikrus parametrus vėl iš naujo leisti simuliacijos procesą ir stebėti pokyčius. Simuliuojant svarbu apsibrėžti kriterijus, kurie turėtų būti

optimizuojami arba kokiais būdais būtų galima stebėti proceso vykdymo pagreitėjimą, pakeitus tam tikrą požiūrį. Tai gali būti apibrėžtas simuliacijos scenarijus, parametrai kaip laikas, išlaidos, išteklių valdymas, greیتaveika, kokybė, išlaidos, taip pat svarbu įvertinti, kurios veiklos gali būti optimizuojamos realybėje, o kurios ne, todėl svarbu atsižvelgti ir į proceso dinamiškumo pusę bei jį veikiantį kontekstą.

Protos

Protos yra modeliavimo ir analitikos įrankis, skirtas specifikuoti vidinius įmonės verslo procesus. Šis įrankis yra tinkamas modeliuoti sudėtingas Petri tinklų struktūras. Daugiausia šią priemonę yra naudinga naudoti, kai norima apibrėžti verslo procesus tam, kad įgyvendintų kokybės informacines sistemas, iš naujo suprojektuoti darbų sekos valdymo sistemas. Procesus galima perteikti per naudotojų, duomenų ir kontrolės logikos požiūrius bei panaudojant simuliaciją. Simuliacijos variklis palaiko simuliaciją nurodytam verslo procesui. Taip pat galima simuliacijai pridėti papildomus užduočių, ryšių ir išteklių duomenis.

Nors simuliacinis variklis veikia tinkamai, galima įžvelgti keletą silpnųjų vietų (Liu, Lembaret, Clin, & Bourey, 2011). Į visus duomenis, aprašytus proceso, užduočių ar išteklių savybėse, yra atsižvelgiama simuliacijos metu. Tačiau taip nėra su išteklių kiekiu ir duomenimis, kurie yra reikalingi užduočiai. Taip pat galima sulaukti netikėtumų ir dirbant su subprocesais. Tam tikrais atvejais ARBA išskyrimas gali patapti IR ryšiu. Visos svarbios standartinės greیتaveikos dimensijos gali būti nurodytos, tačiau nėra galimybės pridėti kitų. Animacija ir scenarijų galimybės taip pat nėra įgalintos šiame įrankyje.

ARIS

ARIS Simulation įrankis yra skirtas verslo procesų dinaminei analizei atlikti. Simuliacijos modulis parodo, ar nurodytas procesas yra vykdomas, kiek panaudojami ištekliai, kokie pralaidumo laikai. Prieš leidžiant simuliaciją, svarbu nurodyti simuliacijos parametrus: vidutinį vykdymo laiką ir pasiskirstymą, sugeneruojamų atvejų kiekį, atvejo atvykimo pasiskirstymą ir XOR išskyrimo jungiklio išeinamųjų šakų tikimybes. Taip pat egzistuoja galimybė naudoti animaciją per simuliaciją. Šis įrankis yra paremtas neformalia modeliavimo kalba. Simuliacijos modelis gali būti vykdomas, tuomet yra parenkama tam tikra sudėtinių jos dalių semantika, kuri gali būti interpretuojama įvairiai. Tai gali sukelti nepatogumų analizuojant simuliacijos rezultatus.

Arena

Arena yra bendro panaudojimo simuliacijos įrankis, kurį galima panaudoti pagal tam tikrą dalykinę sritį. Šis įrankis leidžia modeliuoti procesus bei juos simuliuoti. Kai modelis yra sukuriamas ir yra pilnai aprašytas, jis gali būti simuliuojamas. Galima nurodyti apšilimo ir atvėsimo laikotarpius, kiek laiko turi trukti procesas ir pan. Kaip teigia autoriai, šis įrankis gali simuliuoti ir verslo procesus (Liu et

al., 2011). Tačiau egzistuoja silpnoji pusė – tai lėtas proceso vykdymo laikas ir sudėtingas procesas simuliacinio modelio sukūrimui.

Simuliacijos metu modelis negali būti daugiau koreguojamas. Simuliacija gali būti atlikta žingsnis po žingsnio tiek normaliu, tiek pagreintu režimu. Visos greیتaveikos dimensijos ir dažniausiai naudojami pasiskirstymai gali būti pridėti tose vietose modelyje, kur tam yra poreikis. Taip pat modeliai gali būti apibrėžti ir įvertinti proceso analizatoriuje (angl. „*Process Analyzer*“).

Bizagi

Bizagi leidžia modeliuoti, vykdyti ir pagerinti verslo procesus naudojant grafinę aplinką be poreikio programuoti. Įrankis palaiko BPMN 2.0 verslo procesų braižymui. Taip pat egzistuoja galimybė sukurtą verslo proceso modelį simuliuoti, nurodant įvairius simuliacijos parametrus, pasitelkiant BPSim standartą, kuris VP modelį praplečia ir leidžia analizuoti jo greیتaveiką ir pritaikyti įvairius analitikos metodus.

Bonita

Šis įrankis leidžia modeliuoti verslo procesus su BPMN 2.0 modeliavimo kalba (galima panaudoti beveik visus šios modeliavimo kalbos elementus). Taip pat ši priemonė palaiko verslo procesų simuliaciją. Verslo procesas yra išdėstomas automatiškai ir išdėstymo topologija yra centralizuota. Norint atlikti simuliacijos funkciją pasirinktam procesui, pirmiausia reikia apibrėžti simuliacijos parametrus individualiems elementams (paprastai veikloms), tada apibrėžti simuliacijos išteklius ir paleisti profilį procesui. Paleidus simuliaciją, yra inicijuojamos iteracijos tiek kartų, kiek buvo nurodyta iš anksto ir vykdomos per tam tikrą laiko tarpą arba su simuliuotais duomenimis, arba su priskirtomis tikrybėmis skirtingiems keliams. Visų iteracijų susumuotas rezultatas yra parodomas rezultatų ataskaitoje.

jBPM

jBPM – atviro kodo BPM projektas, kuris taip pat yra paremtas BPMN 2.0. Šis įrankis suteikia tris būdus modeliuoti verslo procesus: du „Eclipse“ papildiniai ir vienas „Web“ paremtas redaktorius (Oryx Designer) (Jansen-Vullers & Netjes, 2012). Šie būdai neįgalina visų BPMN elementų ir atributų, bet jie gali palaikyti didžiąją dalį. Išskyrus Oryx, kiti būdai nepalaiko choreografijos ir bendradarbiavimo diagramų. Procesų išdėstymas taip pat yra centralizuotas. Procesų variklis nepalaiko žinučių sekos. Simuliacija yra paremta BPSim standartu bei galingu simuliacijos varikliu. Simuliacijai galima įvesti vykdymo parametrus ir stebėti simuliacijos rezultatus per laiko intervalą. Simuliacijos rezultatai gali būti susieti su išlaidų kaina, veiklos atvejais, vykdymo laiku, kelio vykdymu, išteklių kaina ir panaudojimu. Ši priemonė suteikia grafinę naudotojo sąsają gauti ir interpretuoti simuliacijos rezultatus. Taip pat naudotojai gali matyti visus proceso kelius.

MEGA

MEGA – tai įvairių integruotų įrankių rinkinys, leidžiantis modeliuoti, kontroliuoti, transformuoti ir komunikuoti. Ši priemonė išskiria keturių tipų procesus: verslo, organizacijos, funkcinis ir sistemos. Vienas iš MEGA privalumų yra įvairių elementų sujungimas ir susiejimas visų įrankių MEGA aplinkoje. Nors MEGA neturi proceso išdėstymo fazės, ši aplinka turi simuliacijos įrankį, skirtą įvertinti organizacinį poveikį ir pasiūlyto proceso patobulinimo išlaidas bei gali suskaičiuoti numatomą investavimo grąžą.

Oracle BPM Suite

Oracle BPM Suite įgalina integruotą aplinką SOA paremtam verslo procesų valdymui. Viskas vykdoma toje pačioje aplinkoje kaip ir verslo proceso gyvavimo ciklo fazės. Ši aplinka suteikia modeliavimo įrankius, kurie leidžia verslo naudotojams modeliuoti ir valdyti savo VP. Viskas yra palaikoma su naujausia BPMN versija. Oracle BPM Studio turi ir simuliacijos galimybę – tam tikram procesui nurodant įvairias metrikas: kainą, laiką ir kiekį. Šis įrankis simuliacijos vykdymo metu stebi ir analizuoja verslo indikatorius.

1.5.3. Simuliacijos įrankių palyginimas

Išanalizavus pasirinktus verslo procesų modeliavimo ir simuliacijos įrankius, buvo pasirinkti simuliacijos kriterijai, kuriais palyginti simuliacijos įrankiai. Palyginimas pateiktas 4 lentelėje.

4 lentelė. Verslo procesų simuliacijos įrankių palyginimas

Simuliacijos galimybės					
	Greitaveikos dimensijos	Pasiskirstymas vykdymo metu	Animacija	Scenarijai	Konteksto palaikymas / keitimas VP vykdymo metu
Protos	ne	taip	ne	ne	ne
ARIS	taip	taip	taip	ne	ne
Arena	taip	taip	taip	taip	ne
Bizagi	taip	taip	taip	taip	ne
Bonita	taip	ne	taip	taip	ne
jBPM	Taip	taip	ne	ne	ne
MEGA	Taip	taip	taip	Taip/ne	ne

Oracle BPM Suite	taip	taip	taip	taip	ne
------------------	------	------	------	------	----

1.6. Skyriaus išvados

Atlikus analitinę tiriamojo darbo dalį ir išanalizavus su darbo tema susijusią mokslinę literatūrą, buvo apibrėžti pagrindiniai terminai ir sąvokos, kurios bus naudojamos darbe. Analizė padėjo išsigryninti probleminę sritį, kuri toliau bus tirama ir bus bandoma pagerinti. Nustatyta, kad modeliuojant verslo procesus trūksta metodų ir būdų modeliuoti išteklius ir nuo konteksto priklausančius verslo procesus. Tai rodo ir verslo procesų simuliacijos įrankių funkcionalumo palyginimas, kur pastebėta, kad esami įrankiai nesuteikia galimybės simuliuoti kontekstinę informaciją bei negalima jos įvesti proceso vykdymo metu. Į tai ir bus sutelktas dėmesys kitose tiriamojo darbo dalyse.

Išanalizavus konteksto svarbą bei vaidmenį verslo procesų valdymo srityje buvo pastebėta, kad kontekstas nėra atskirai veikiantis elementas, bet veikia verslo procesus, suteikdamas jiems dinamiškumo laipsnį. Įvairių autorių kontekstas yra apibrėžiamas skirtingai, pasitelkiant įvairius jo kontekstinius elementus, vieni išryškindami kaip pagrindinius vienus, kiti – kitus. Išanalizavus sukurtus konteksto meta-modelius bei modelius buvo išsiaiškinta, kad autoriai pateikia juos vis skirtingus, tačiau dalis elementų kartojasi ir yra panašūs. Tačiau buvo galima pastebėti, kad trūksta meta-modelio, kuris išsamiau ir aiškiau apibrėžtų kontekstinius elementus, kurie yra svarbūs verslo procesų modeliavimui organizacijose. Buvo aptarti ir keletas sukurtų plėtinių ar įrankių, skirtų modeliuoti kontekstui, tačiau jie dažnai yra taikomi tam tikram specifiniam domenui arba nėra tiek lengvai adaptuojami ar plečiami pridedant naujų elementų, taip pat trūksta ir patogumo modeliuoti kontekstą vienoje vietoje. Šią išryškėjusią problemą ir bus stengiamasi išspręsti tolimesniuose šio darbo skyriuose.

2. PROJEKTINĖ DALIS

2.1. Įvadas

Atlikus konteksto modeliavimo ir simulavimo analizę verslo procesų valdyme, buvo galima pastebėti, kad trūksta patogaus būdo modeliuoti verslo procesą veikiantį kontekstą įrankių pagalba. Šiame skyriuje bus aprašytas ir pasiūlytas konteksto meta-modelio plėtinys, kuris apima tiek patį modelį, sintaksę ir taisykles ribojimams.

2.2. Verslo procesų konteksto modeliavimo reikalavimai

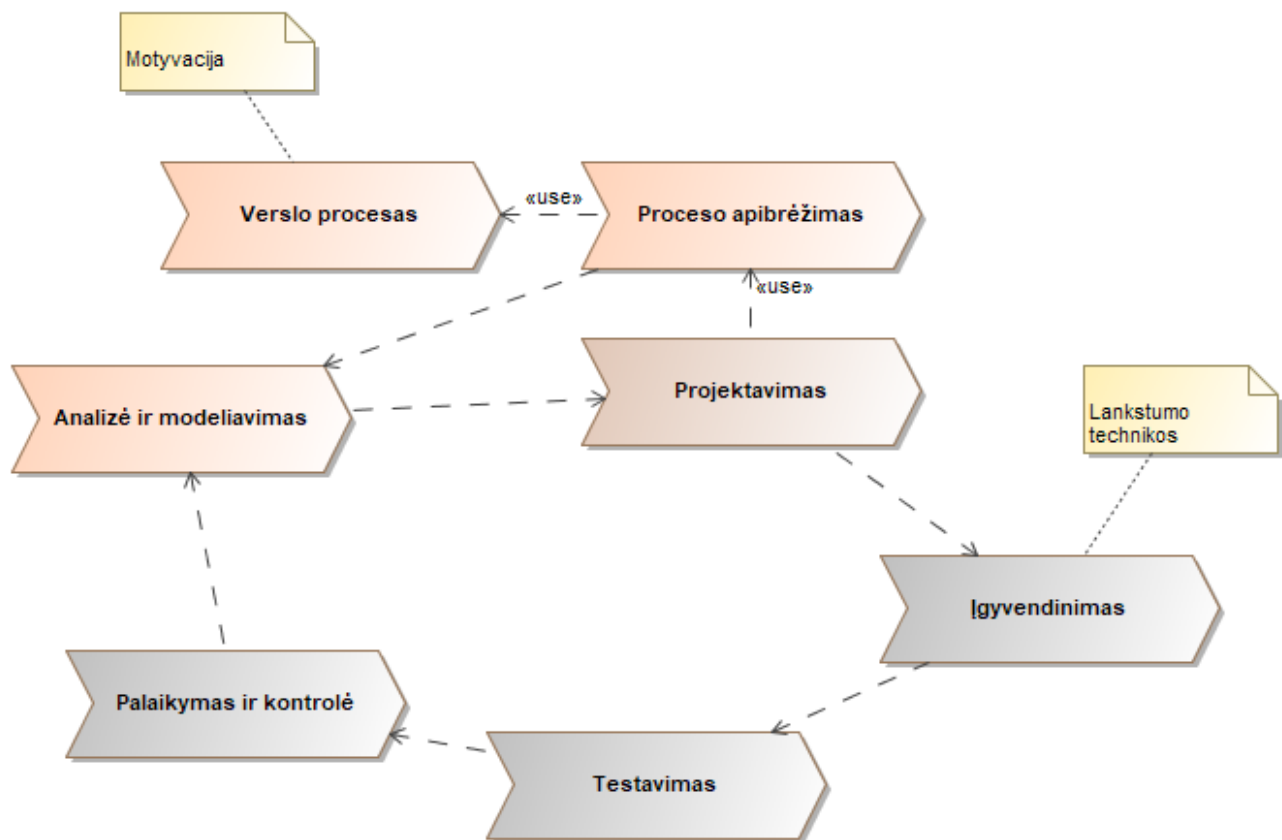
Atlikus mokslinės literatūros analizę yra svarbu išsikelti tolimesnius reikalavimus konteksto modeliavimui, kuriuos būtų būtina įvykdyti. Šie reikalavimai yra skirti apibrėžti tolimesnę darbo eigą.

- Turi būti įgyvendinti visi literatūros analizės metu nustatyti konteksto faktoriai.
- Turi būti apimti visi literatūros analizės metu nustatyti kontekstui jautrūs verslo procesų meta-modelio elementai.
- Turi būti galimybė specifiкуoti verslo procesų kontekstą UML/BPMN modeliuose.
- Turi būti galimybė validuoti kontekstu specifiкуotus verslo procesų modelius.
- Turi būti galimybė pakartotinai panaudoti profilį skirtinguose modeliuose.

2.3. Gyvavimo ciklas

Projektinėje šio darbo dalyje yra svarbu nusistatyti ribas, ką šis darbas ketina apimti. Tam buvo apibrėžtas sistemų kūrimo ir vystymo gyvavimo ciklas bei identifikuotos dalys, kurių ribose bus vykdomas šis tiriamasis darbas (žr. 13 pav.). Taigi sistemų kūrimo ir vystymo gyvavimo ciklas apima šias veiklas:

- Analizė ir modeliavimas
- Projektavimas
- Įgyvendinimas
- Testavimas
- Palaikymas ir kontrolė



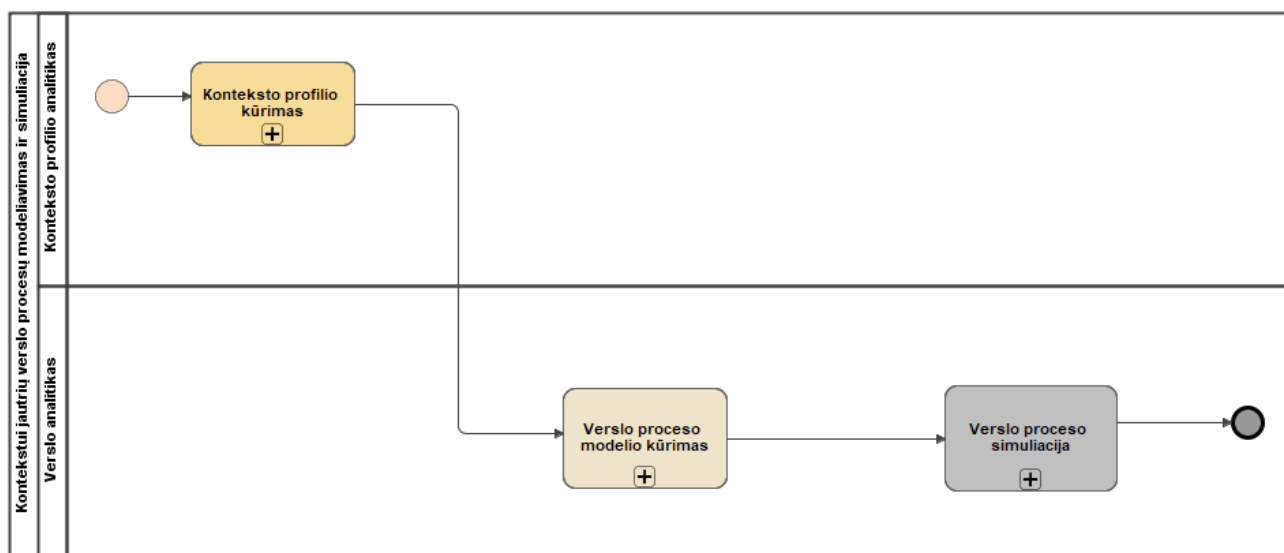
13 pav. Sistemų vystymo ir kūrimo gyvavimo ciklas

Kadangi norint apibrėžti kontekstą, jo elementus bei kaip jis veikia verslo proceso vykdymo eigą, yra svarbu identifikuoti vykstančius verslo procesus ir juos apibrėžti. Ši dalis turi būti atliekama analizės ir modeliavimo etape. Tik apibrėžus ir sumodeliavus kontekstą, kuris įtakos verslo proceso veiklą, galima apibrėžti ir patį verslo procesą, į jo modeliavimą įtraukiant ir jau žinomą domenui svarbų kontekstą. Specifikuojant ir modeliuojant kontekstą galima patogiau ir detaliau įsivertinti, kokie kontekstiniai veiksniai egzistuoja specifiniame domene ir tokiu būdu suprasti, kaip toks kontekstas gali paveikti verslo procesus. Konteksto modeliavimas nėra lengva užduotis, kadangi trūksta įrankių ar metodų, kaip tai patogiau atlikti. Taip pat ir sukurtas modelis turėtų būti lengvai pritaikomas ir panaudojamas įvairiuose scenarijuose ar naudojant įvairias modeliavimo kalbas. Taigi tai projektavimas tam tikros specifinės domenui modeliavimo kalbos, į ką ir bus kreipiamas pagrindinis dėmesys. Projektavimo dalyje apibrėžti ir apsirašyti verslo procesai yra panaudojami specifikuojant informacinių ar programų sistemų funkcijas. Įgyvendinimo, testavimo, palaikymo ir kontrolės etapai nebus šio tiriamojo darbo sritys. Taigi konteksto specifikavimas ir modeliavimas turi būti atliktas pirmojoje analizės ir modeliavimo fazėje.

Galima išskirti kelis vaidmenis konteksto bei verslo procesų modeliavimo procese (žr. 14 pav.). Kaip jau buvo identifikuota, konteksto modeliavimas turi būti atliekamas iki verslo proceso modeliavimo veiklos. Tai turėtų atlikti konteksto profilio analitikas, kur jis naudodamasis egzistuojančiu

konteksto profilio meta-modeliu, galėtų sukurti domenui specifinį konteksto modelį, kuriame būtų aprašomi konteksto elementai bei jų savybės. Svarbu suvokti, kad toks DSL modeliavimas yra skirtas domeno ekspertams, patyrusiems projektuotojams ar sistemų architektams, kurie gali susieti metamodelius su konkrečiomis programų įgyvendinimo kalbomis (Ulrich 2013). Toliau verslo ar sistemų analitikas galėtų modeliuoti ir specifikuoti verslo procesus, pasitelkdamas konteksto modeliu ir įtraukdamas konteksto elementų savybes į modeliuojamą verslo procesą. Tokiu būdu jis galėtų išplėsti konteksto modeliavimą, ką riboja tiek modeliavimo kalbų sintaksė, tiek įrankių galimybės. Galiausiai verslo procesas gali būti paruoštas simuliacijos procesui ir atliekamas konkretaus verslo proceso veikimo tikrinimas.

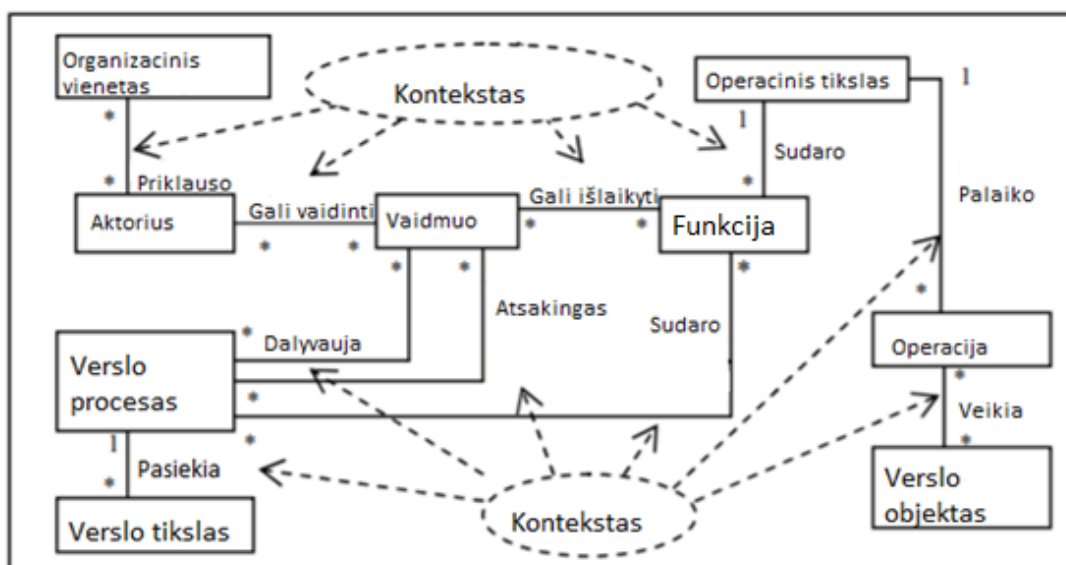
Šiame tiriamajame darbe bus specifikuojamas konteksto meta-modelis bei konteksto profilis, tokiu būdu modeliuojant specifinę domenui modeliavimo kalbą, skirtą konteksto modeliavimui. Bus pateikiama, kaip jis gali būti pritaikytas verslo proceso modeliavime. Verslo proceso simuliacijos procesas nėra šio darbo apimtyje.



14 pav. Procesas, kuriant kontekstui jautrius verslo procesus

2.4. Susiejimas su verslo procesų meta-modeliu

Konteksto specifیکavimas ir identifikavimas būtų bevertis, jeigu jis nebūtų susiejamas su verslo procesu, kurį jis veikia. Dėl šios priežasties yra svarbu suvokti, kada verslo procesas gali būti veikiamas tam tikro konteksto. Kaip autoriai O Saidani & Nurcan (2007) apibrėžia (15 pav.), tam tikra kontekstinė informacija veikia įvairias verslo proceso sritis – nuo organizacijos iki tikslų pasiekimo.



15 pav. Konteksto įtaka verslo procesų veikimui (pagal O Saidani & Nurcan 2007)

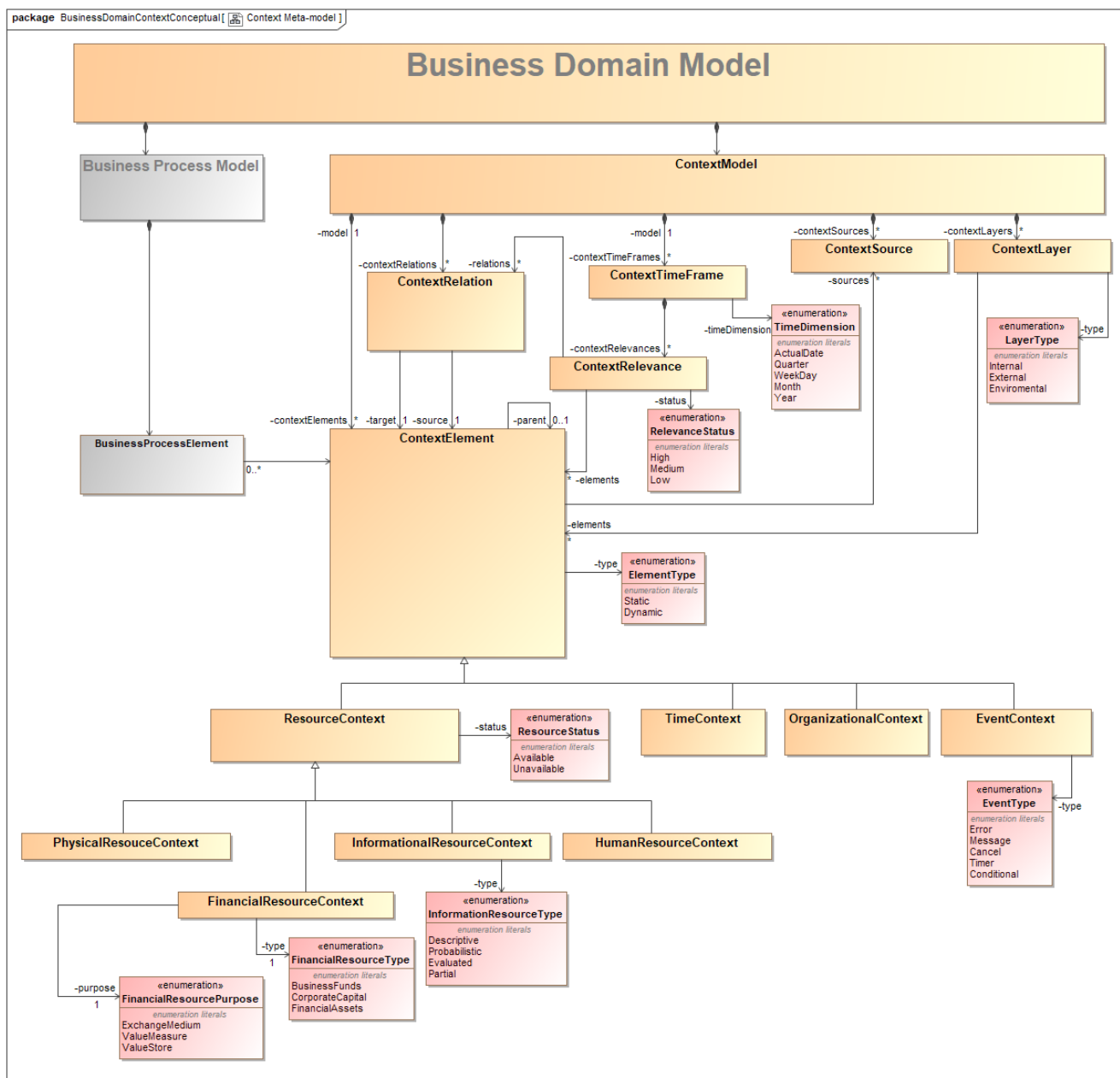
Kaip aktoriai priklauso nuo organizacinio struktūrinio vieneto, kaip aktoriai atlieka tam tikras veiklas ar vaidina tam tikrus vaidmenis, kaip tie vaidmenys operuoja tam tikromis funkcijomis, kaip vaidmenys dalyvauja verslo proceso vykdyme ir kaip galiausiai yra pasiekiami verslo proceso tikslai, kaip tam tikri kontekstai veikia verslo objektus bei jų atliekamas operacijas, visa tai gali atlikti tam tikra kontekstinė informacija. Tad specifikuodami ir apibūdinti įvairių kontekstą, galima apibūdinti kontekstą įvairiomis plečiamomis savybėmis, kurios vėliau būtų naudojamos verslo procesų modeliavime ir galiausiai padėtų simuliuoti tokius procesus ir identifikuoti silpnąsias ar optimizuojamas vietas.

2.5. Konteksto modelis

Pasiūlytas konteksto modelis remiasi išanalizuota literatūra bei yra sumodeliuotas, pasitelkus UML modeliavimo kalbos klasių diagramą (žr. 16 pav.). Klasių diagrama suteikia galimybę pavaizduoti objektų klases, ryšius tarp jų ir nurodyti jų savybes. Taip pat modeliuojant konteksto meta-modelį buvo panaudota anglų kalba dėl lengvesnio tolesnio modelio pritaikomumo ir panaudojamumo.

Konteksto meta-modelis yra modeliuojamas kaip verslo domeno modelio sudedamoji dalis, taip pat kaip ir verslo proceso modelis priklauso verslo domeno modeliui. Pats domeno modelis yra vaizduojamas kaip koncepcinė UML klasių diagrama ir suteikia verslo žodyną, duomenis ir taisykles, kurias verslas naudoja. Kitaip tariant, verslo domeno modelis vaizduoja realaus pasaulio esybes ir sąryšius tarp jų, kurie kartu apibūdina probleminę domeno sritį. Šio tiriamojo darbo veikimo sritis yra kontekstinio modelio kūrimas, tad verslo proceso modelis ir jo verslo proceso elementas nėra šio darbo tyrimo sritis (dėl to pažymėta pilka spalva), tačiau yra svarbu parodyti, kad sąsaja egzistuoja – verslo proceso elementas gali sietis su keliais konteksto elementais – tai verslo procesą veikiantis kontekstas,

jį sudaranti aplinka ir elementai. Kitaip tariant, egzistuoja konteksto poveikis verslo procesui ir kiekvienas procesas gali turėti kontekstą. Verslo procesus nuolat veikia įvairios kilmės kontekstas ir ta kontekstinė informacija yra aktuali verslo procesui.



16 pav. Konteksto meta-modelis

Kontekstą išsamiau apibūdina konteksto elementas. Konteksto elementas – tai tam tikro konteksto atominis vienetas ir patį kontekstą sudaro daug tokių konteksto elemento egzempliorių, kurie gali būti statiniai arba dinaminiai. Pats konteksto elementas turi šaltinį, kuris parodo, iš kur yra išgaunamas kontekstas. Konteksto lygmuo – tai konteksto kilmės tipas, paprastai klasifikuojamas į išorinį, vidinį ar aplinkos, tačiau taip pat gali būti paremtas regionu ar valstybe. Konteksto sąryšis parodo, kaip šaltinis ir tikslas siejasi su konteksto elementu tam tikru aktualumo lygmeniu. Konteksto svarbos (angl. *relevance*) klasė parodo, kiek svarbus yra tam tikras kontekstinis elementas veikiamo

verslo proceso atžvilgiu tam tikru laiko momentu ir jį apibūdina aktualumo dydis. Ši svarba gali būti suprantama kaip tos pačios rūšies kontekstinis elementas gali skirtingai paveikti verslo procesą pagal tai kiek jis yra svarbus ir aktualus ir taip daryti įtaką galutiniam proceso tikslo pasiekimui. Konteksto laiko riba perteikia konteksto dinamiškumo perspektyvą tam tikru laiko momentu ir išreiškia tam tikrą konteksto svarbos prioritetą. Konteksto sąryšis – tai kelių konteksto elementų ryšis, dėl kurio galėtų kisti proceso veikla. Jis gali turėti šaltinio bei tikslo kontekstinius elementus.

Kiekvienas konteksto elementas gali būti specifikuojamas keliais tipais: išteklių, laiko, organizacijos ar įvykių. Pagal Zachmano karkasą galima identifikuoti šešias sistemų kūrimo perspektyvas (Fatolahi & Shams, 2006), tad remiantis jomis galima pastebėti, kad ir kontekstas taip pat gali būti priskiriamas ir identifikuojamas per šių perspektyvų prizmę. Konteksto laikas yra suprantamas kaip tam tikras laiko aspektas, kuris gali įtakoti ir nulemti verslo proceso baigtį ar sprendimo priėmimą. Tai gali būti kaip tam tikras laiko tarpas, laikotarpis, data, pertraukos laikas ar net veikimo dažnumas. Tokie rodikliai yra svarbūs simuliacijos procese, kad būtų galima numatyti tinkamiausią proceso sprendimo pasirinkimą ir eigą. Organizacijos kontekstas taip pat daro įtaką verslo procesui. Tai gali būti suprantama kaip tam tikro konkretaus akatoriaus veikla palyginus su kitos akatoriaus veikla, turimos akatoriaus teisės ir vaidinami vaidmenys, organizacinis struktūrinis padalinys ar patirtis. Tai taip pat gali pakeisti verslo proceso eigą, tad svarbu gebėti tokias savybes identifikuoti ir galėti modeliuoti verslo procese, o galiausiai ir pritaikyti simuliuojant pagal šiuos parametrus. Konteksto ištekliai – vienas iš pagrindinių kontekstinių elemento tipų, nes esamuose įrankiuose juos galima geriausiai identifikuoti ir modeliuoti, tačiau ribotomis galimybėmis. Konteksto meta-modelyje ištekliai yra išskirstyti į potipius bei gali būti klasifikuojami į prieinamus ar neprieinamus tam tikru laiko momentu. Ištekliai yra išskaidyti pagal jų paskirtį verslo srityje. Tai fiziniai, informacijos, žmogiškųjų bei finansiniai ištekliai. Dažnai informacijos tipai dar gali būti klasifikuojami į mažesnes kategorijas. Tačiau bet koku atveju yra svarbu gebėti modeliuoti įvairių tipų kontekstinius išteklius, kad galėti praplėsti esamus įrankius ir tokiu būdu tai padėtų analitikams tinkamiau suprasti šių išteklių įtaką verslo proceso eigai bei priimamiems sprendimams pagrįsti. Galiausiai kontekstiniai įvykiai įvyksta verslo proceso vykdymo metu ir gali įvairiai paveikti proceso veiklą vykdymo seką. Išskiriami šie tipai, kurie yra aktualūs simuliacijos metu: klaidos, žinutės, laiko ir atšaukimo įvykiai. Taip pat pats įvykis gali būti tarpinis arba netarpinis (angl. *Interrupting*).

2.5.1. Apibrėžimai

5 lentelėje pateikiamas konteksto meta-modelio apibrėžimų išsami specifikacija ir kaip tam tikras konteksto elementas gali sietis su tam tikru verslo proceso elementu.

5 lentelė. Konteksto meta-modelio apibrėžimų specifikacija

Klasė LT	Klasė EN	Atributas	Tipas	Sąrašo egzemplioriai	Paaiškinimas	Susiejimas su BPMN / UML elementu
Konteksto elementas	ContextElement	Name Description Value Type	String String Any = [] ElementType	Static, Dynamic	Konteksto elemento egzempliorius. Konteksto elemento reikšmė, kurią šis elementas įgyja.	
Konteksto šaltinis	ContextSource	ID SourceType Name	Int Any = [] String		Konteksto šaltinio tipas, kuris gali būti priskiriamas bet koks; šaltinis, iš kur išgaunamas kontekstas.	
Konteksto lygmuo	ContextLayer	Type Region Country	LayerType String String	Internal, External, Environmental	Konteksto kilmės tipas, kuris gali būti priskiriamas vidiniam, išoriniam arba aplinkos (pvz. socialinė, ekonominė, politinė, laiko sistemos ir t.t.) ar konteksto kilmė pagal tam tikrą regioną ar valstybę.	
Konteksto svarba	ContextRelevance	Status DomainSpecific	RelevanceStatus boolean	High Medium Low True false	Konteksto elemento aktualumo lygmuo verslo proceso atžvilgiu. Ar kontekstas yra aktualus dėl domenui specifinės kilmės.	
Konteksto laiko riba	ContextTimeFrame	TimeDimension	TimeDimension	ActualDate Year Month WeekDay Quarter	Konteksto dinamiškumo perspektyva tam tikru laiko momentu išreiškiantį tam tikrą konteksto svarbos prioritetą	Paketas
Konteksto sąryšis	ContextRelation	Source Target			Tai kelių konteksto elementų ryšis, dėl kurio galėtų kisti proceso veikla	Asociacija
Išteklių kontekstas	ResourceContext	Status	ResourceStatus	Available, Unavailable	Konteksto išteklius, kuris gali būti šiuo metu prieinamas arba neprieinamas. Jis padeda įgyvendinti tam tikrą veiklą.	Data objects, actors
Žmogiškųjų išteklų kontekstas	HumanResourceContext				Vienas iš išteklių konteksto tipas, kuris apibūdina žmogiškąjį išteklių	Data object, actors

					aspektą, kaip tam tikra žmogaus veikla gali veikti skirtingai proceso baigtį.	
Fiziškų išteklių kontekstas	PhysicalResourceContext				Vienas iš išteklių konteksto tipas, kuris apibūdina fizinius duomenų objektus.	Data objects
Finansinių išteklių kontekstas	FinancialResourceContext	Type	FinancialResourceType	BusinessFunds CorporateCapital FinancialAssets	Vienas iš išteklių konteksto tipas, kuris apibūdina verslo finansinius išteklių tipus bei tikslus.	Data objects
		Purpose	FinancialResourcePurpose	ExchangeMedium ValueMeasure ValueStore		
Informacinių išteklių kontekstas	InformationalResourceContext	type	InformationResourceType	Descriptive Probabilistic Evaluated Partial	Vienas iš išteklių konteksto tipų, kuris apibūdina verslo informacinius duomenų objektus. Dažniausiai suprantami kaip iš duomenų išgautos žinios bei suformuluota informacija.	Data objects
Laiko kontekstas	TimeContext	startTime endTime duration executionDate frequency timeoutPeriod	Datetime Datetime Date Date Int date		Tam tikras laiko aspektas, kuris gali įtakoti ir nulemti verslo proceso baigtį ar sprendimo priėmimą.	Time events
Įvykio kontekstas	EventContext	Type IsInterrupting	EventType boolean	Error, Message, Cancel, Timer True, false	Konteksto įvykis, kuris gali paveikti proceso veiklą eigą. Įvykio tipas, kuris gali būti klaidos, žinutės, laiko arba atšaukimo. Ar įvykis yra tarpinis ar netarpinis.	Events
Organizacijos kontekstas	OrganisationalContext	structuralUnit role externalUnit right experience	String String int		Kontekstiniai organizacijos aspektai, kurie susieti su darbuotojų teisėmis, vaidmenimis, patirtimi, organizaciniais vienetais.	Actors, swimlanes

2.5.2. Taisyklės

Norint, kad konteksto modelis būtų tinkamai naudojamas modeliuojant kontekstą (bei pačioje simuliacijoje), yra svarbu apsibrėžti ne tik patį modelį, jo elementus bei sąryšius tarp jų, bet ir taisykles,

kurios atlieka ribojimo vaidmenį. Tokiu būdu bus užtikrinta, kad modelis veiks tinkamai ir jame nebus įvestų nederamų reikšmių. Taisyklės aprašytos 6 lentelėje bei specifikuotos objektų ribojimo kalba OCL.

6 lentelė. Konteksto modeliavimo taisyklių ribojimų aprašymas

Taisyklė	Specifikacija OCL kalba
Ištekliai negali priklausyti išoriniam konteksto lygmeniui.	Context Resource inv ResourceCannotBeExternal: ContextLayer::type <> ContextLayer::type::External;
Išorinis kontekstas privalo turėti šaltinį.	Context ContextLayer inv ExternalHasSource: self.LayerType = External implies ContextSource -> size() >1;
Jeigu konteksto aktualumo būseną yra žema, tuomet informacinio ištekliaus vykdymo prioritetą yra 50.	Context Relevance inv LowPriorityRelevanceRule: if self.status = self.status::Low then InformationalResourceContext::priority = 50;
Aplinkos kontekstas privalo turėti šaltinį.	Context ContextLayer inv EnvironmentalHasSource: self.type = Environmental implies ContextSource -> size() >1;

2.6. Skyriaus išvados

Pasiūlytas konteksto modelis padeda apibrėžti kontekstą, kuris veikia verslo proceso vykdymą. Modelyje aprašytas konteksto elementai, jų savybės bei tarpusavio ryšiai, taisyklės, skirtos taisyklingam konteksto modeliavimui bei simuliacijai pasiekti. Šis teorinis modelis turi būti patikrintas eksperimento būdu praktiškai tam, kad būtų įsitikinta, kad jis gali būti pritaikytas praktikoje, kad taisyklės veikia pagal specifikaciją.

3. EKSPERIMENTINĖ DALIS

3.1. Įvadas

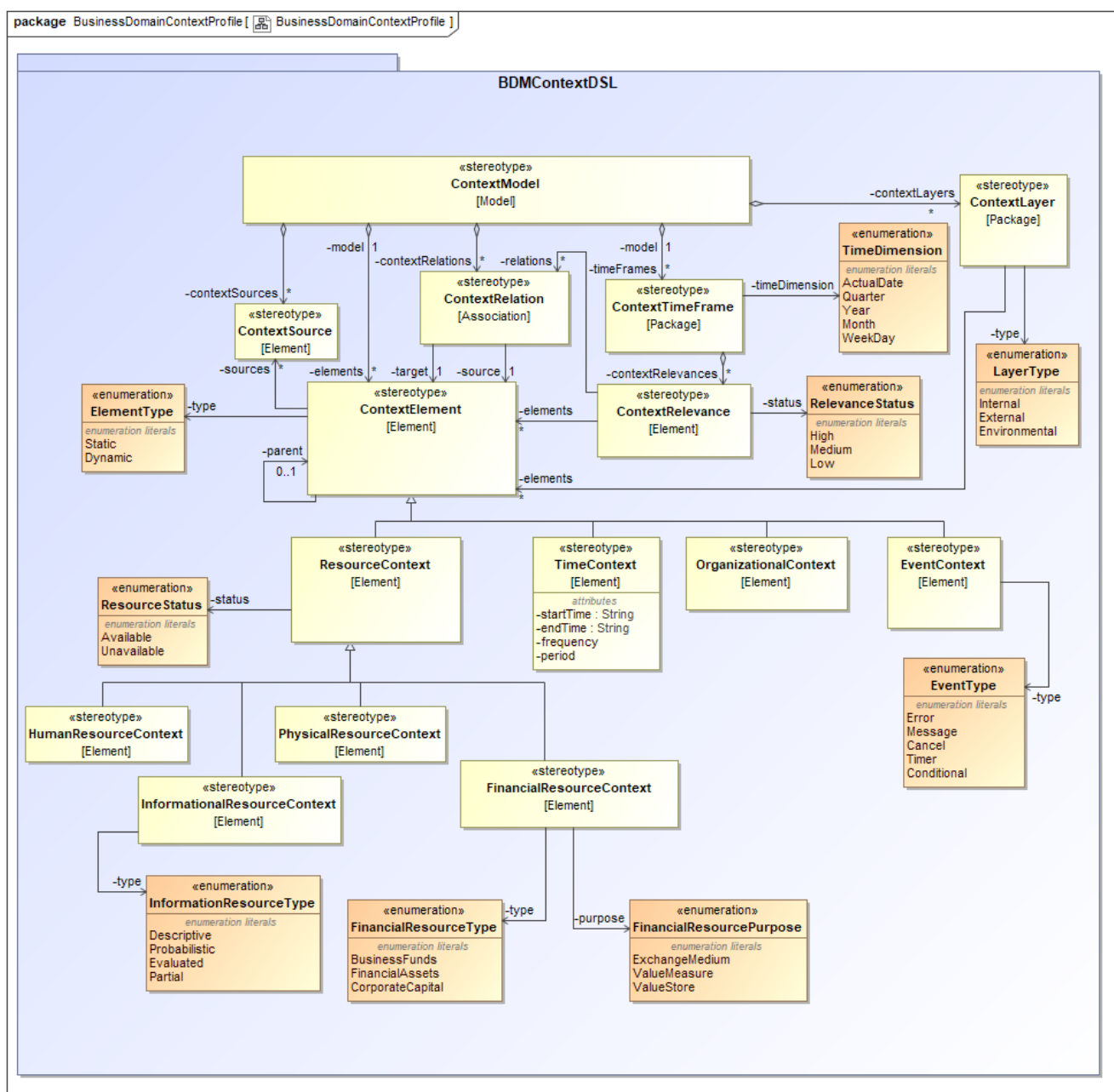
Šiame skyriuje bus aprašomas praktinis specifikuoto konteksto meta-modelio pritaikymas modeliuojant kontekstui jautrius verslo procesus, pirmiau konvertuojant konteksto meta-modelį į konteksto stereotipų modelį, kuris taps specifinės domeno modeliavimo kalbos įrankiu ir juo naudojantis patikrinti, ar pasiūlytas metodas yra panaudojamas bei patikrinamas pagal išsikeltus reikalavimus, iš gautų rezultatų bus suformuluotos galutinės darbo išvados.

3.2. Pasiūlymo įgyvendinimas: stereotipų modelis kontekstui paremtas UML profiliavimo technika

Norint sukurti DSML – domenui specifinę modeliavimo kalbą buvo pasitelkta UML profiliavimo technika. Joje naudojami stereotipai apibūdina kaip egzistuojanti meta-klasė gali būti praplėsta. Tokiu būdu jis leidžia naudoti domeno specifinę terminologiją ar notaciją, papildant ar vietoj esamų savybių. Kai stereotipas yra pritaikytas modelio elementui, savybių reikšmės yra paveldimos. Profiliavimo technika leidžia sukurti elementus, kurie remtųsi egzistuojančiu stereotipų modelio profiliu, ir specifikuoti modelyje naudojamų elementų struktūrą, elgseną bei taisykles, tokiu būdu sukuriant savo specifinę domeno modeliavimo kalbą.

Pasinaudojant sukurtu konteksto meta-modeliu buvo konvertuotas ir sumodeliuotas konteksto profilio modelis, matomas 17 paveiksle. Jis nurodo konteksto elemento struktūrą, savybes, atributus. Šis modelis nėra specifinis tam tikrai modeliavimo kalbai, bet gali būti panaudotas bet kurioje UML profiliu paremtoje kalboje. Vienas iš pavyzdžių – BPMN ar UML veiklos diagramose.

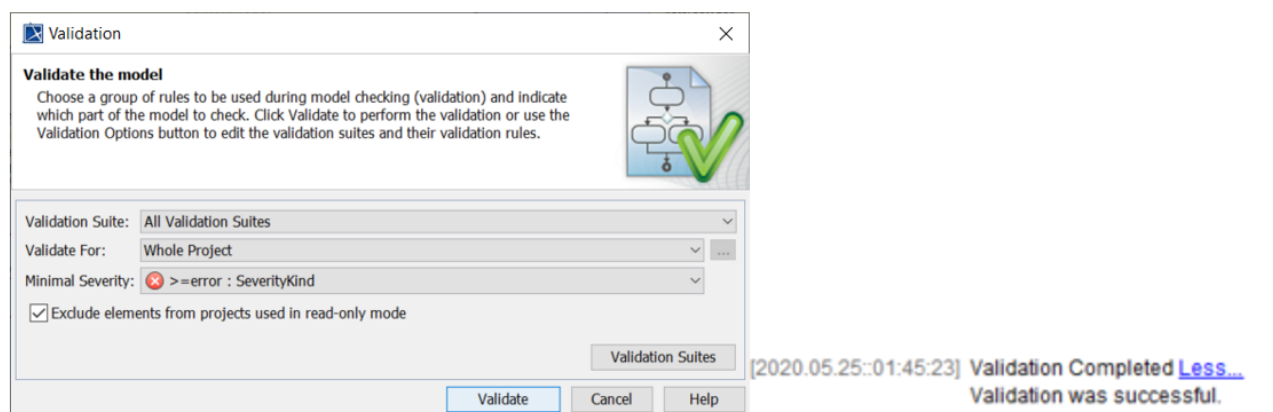
Konteksto profilis apima kontekstinės informacijos modeliavimo sritį, todėl tik kontekstui svarbūs elementai yra aprašomi šiame modelyje. Struktūra yra naudojama ta pati, kaip ir buvo specifikuota ir sumodeliuota konteksto meta-modelyje. Svarbu tik paminėti, kad elementams yra pritaikomi stereotipai pagal tolimesnį jų taikymą modeliuose. Taigi rezultatas yra konteksto profilio modelis, kuris praktiškai leis identifikuoti kontekstą ir jį vėliau tiek modeliuoti, tiek paruošti simuliacijai.



17 pav. Stereotipų modelis kontekstui paremtas UML profiliavimo technika

3.3. Modelio validavimas ir patikrinimas

Paruošus ir sukūrus konteksto profilio modelį yra svarbu patikrinti, ar modelis buvo sumodeliuotas korektiškai ir nėra jokių sintaksės ar loginių klaidų. Tokiu būdu galima įsitikinti, kad modelis gali būti toliau naudojamas modeliuojant specifinę domeno sritį. Validavimą galima atlikti naudojantis „Magic Draw“ programa, su joje įdiegtais validavimo paketais.

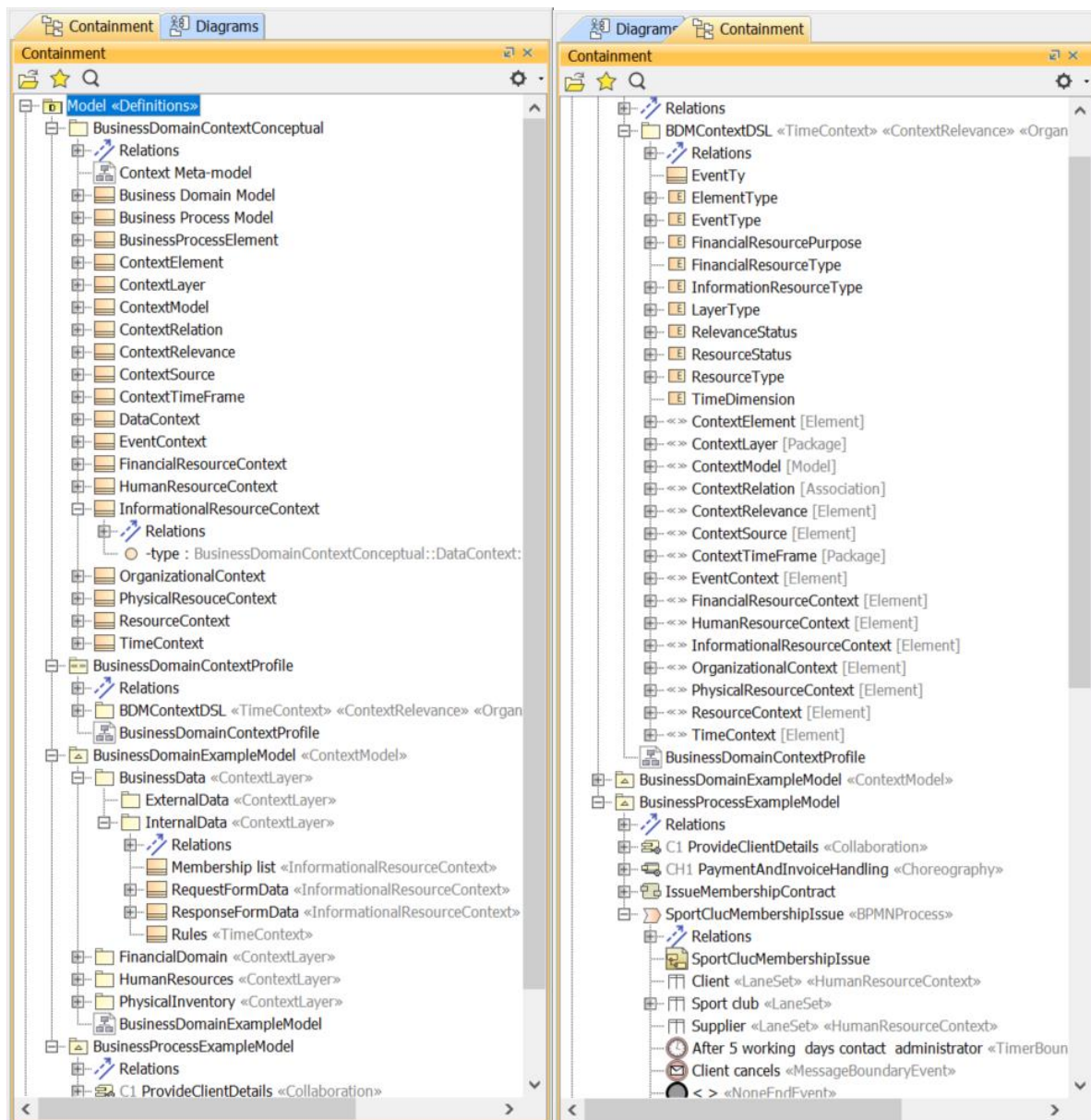


18 pav. Konteksto profilio modelio patikrinimas

3.3.1. Veikimo patikrinimas

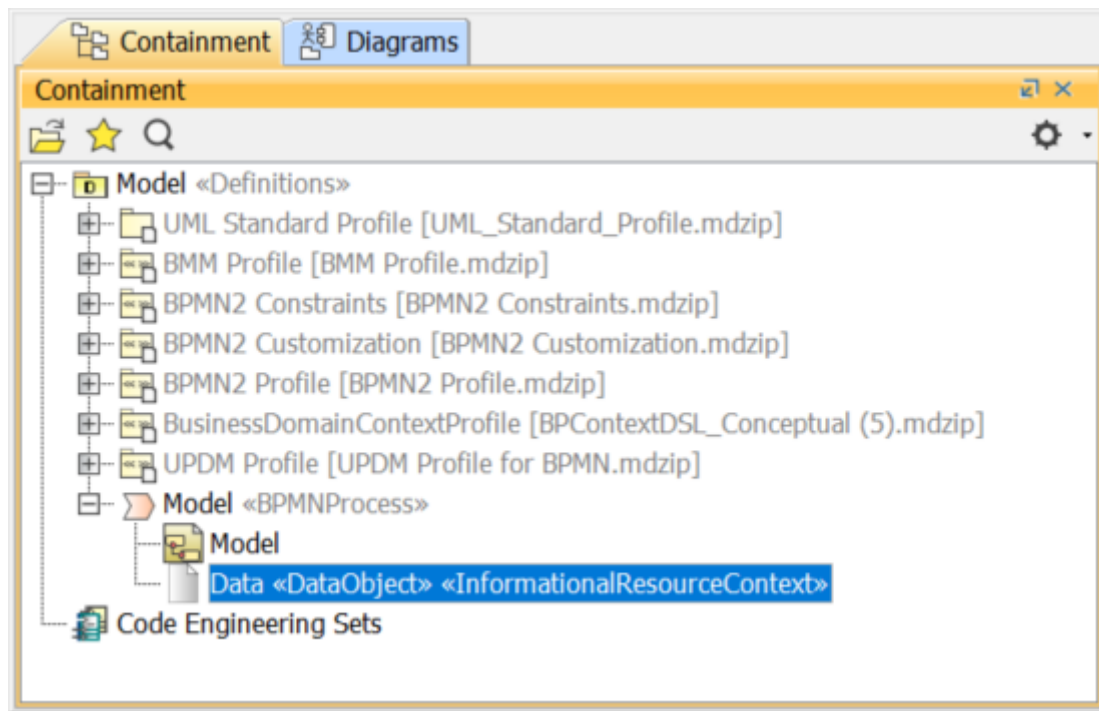
Konteksto profilio modelis ir jo pritaikymas bei tinkamumas yra patikrintas, kad sukurti kontekstiniai elementai gali būti vėliau pritaikyti bet kokiam UML meta-modeliu paremtame modelyje – UML ar BPMN modeliavimo kalbose. Kaip matoma hierarchinėje struktūroje modelis buvo išplėstas sukurtu konteksto meta-modeliu bei konteksto profilio modeliu bei pritaikytas keliose praktinėse BPMN ir UML diagramose. Pilka spalva pažymėti stereotipai papildomai išplečia jau esamus pritaikytus objektų stereotipus ir suteikia daugiau galimybių identifikuoti ir modeliuoti kontekstinę informaciją specifinėje domeno srityje. Pagal tai, kokie elementai yra specifikuoti profilyje, galima juos panaudoti, kuriant tam tikros dalykinės srities konteksto duomenų modelius. Vėliau tokie modeliai yra naudojami jau modeliuojant konkrečius verslo procesus, taip išplečiant egzistuojančių elementų ir objektų galimybes konteksto atžvilgiu. Sumodeliuotas konteksto profilio modelis gali palengvinti tolimesnius konteksto išgavimo ir modeliavimo galimybes. Taip pat patį profilį yra lengva ir patogu keisti atsižvelgiant į konteksto kitimą, atnaujinti ir palaikyti, kadangi iškarto pakeitimai gali būti pritaikomi konkrečioje dalykinėje srityje. Tai yra patrauklu analitikams ir kitiems šios srities ekspertams, kadangi modelių kūrimas yra sudėtingas ir daug laiko reikalaujantis procesas.

Taip pat modelis buvo patikrintas pagal išsikeltų reikalavimų įgyvendinimą. Į modelį įtraukti visi aptarti konteksto meta-modelio elementai, naudojantis sukurti profiliu yra įmanoma specifikuoti verslo procesų kontekstą UML ir BPMN modeliuose, modelis yra validuojamas, plečiamas ir keičiamas bei egzistuoja galimybė profilį pakartotinai panaudoti įvairiuose modeliuose, pasidalinus jo paketais.



3.3.2. Profilio pritaikomumas

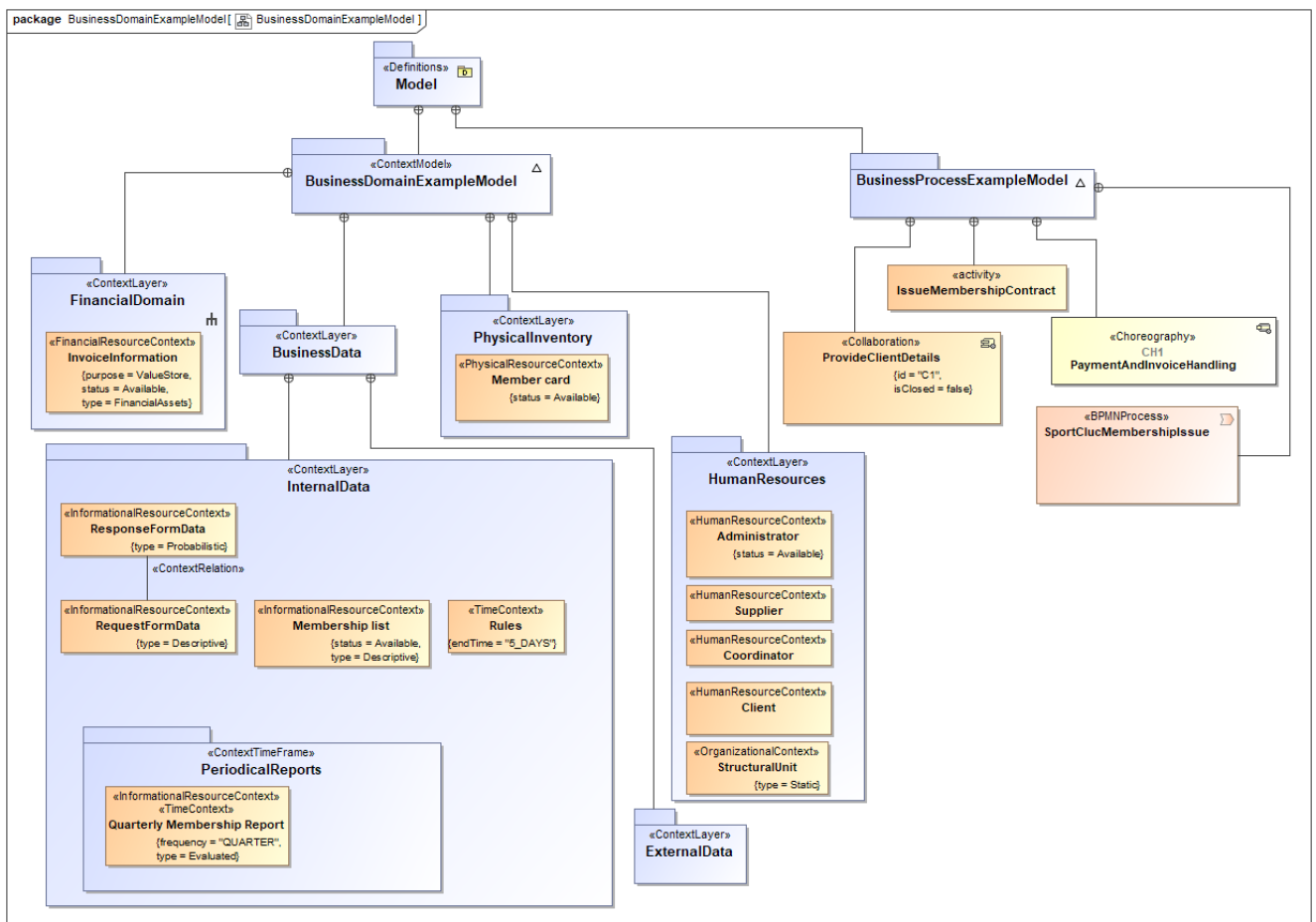
Norint galėti panaudoti sukurtą profilį įvairiuose verslo procesų modeliuose reikalinga sukurtą modelio paketą pasidalinti. Tokiu būdu paketas tampa pasiekiamas kitiems projektams ir jie gali pasinaudoti juo. Tai atliekama pasirinkus norimą profilio paketą ir pasirinkus „Share packages“ pasirinkimą. Profilio modelis tampa pasidalintu. Vėliau yra reikalinga panaudoti vietinį projektą naujai kuriamame projekte. Reikalinga pasirinkti: „File“ -> „Use project“ -> „Use local project“. Atsivėrusiame lange reikalinga pasirinkti projektą, kuriame yra pasidalintas konteksto profilio modelis ir patvirtinti paketo įtraukimą į esamą projektą. Tuomet išoriniai modelių paketų šaltiniai gali būti matomi „Containment“ lange pažymėti pilka spalva. Naudoti ir pritaikyti stereotipus iš šio profilio modelio yra taip pat galima kaip ir vietiniame priminiame sukurtame projekte.



19 pav. Konteksto profilio modelio panaudojimas išoriniuose projektuose

3.4. Konteksto modeliavimas ir pritaikymas konkrečioje dalykinėje srityje

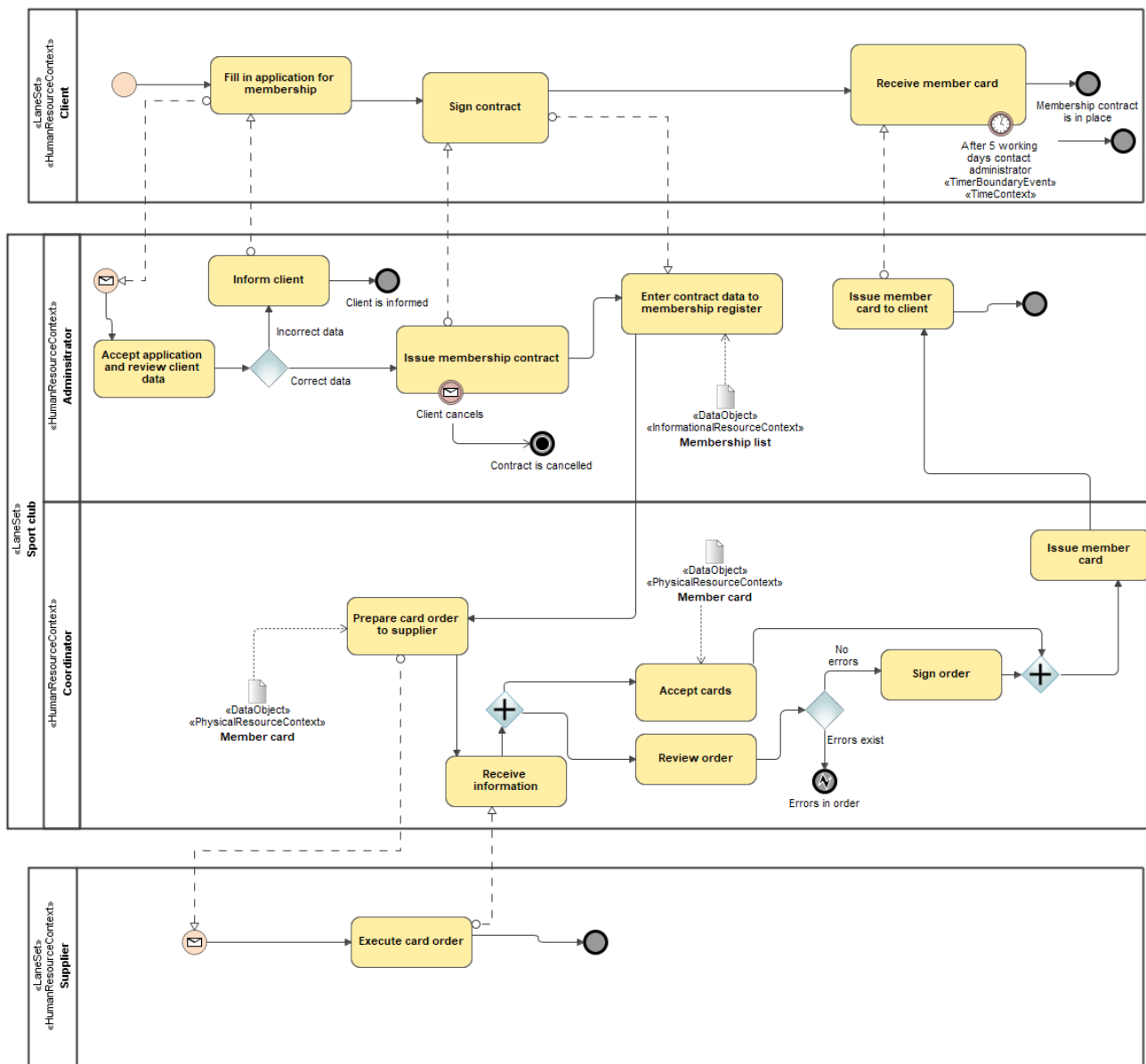
Sukūrus konteksto profilio modelį, jį jau galima taikyti konkrečios dalykinės srities kontekstui identifikuoti ir modeliuoti. Pirmiausia identifikuoti dalykinėje srityje galimi kontekstiniai elementai, jiems priskirti atitinkami konteksto profilyje sukurti stereotipai, apibrėžti sąryšiai tarp elementų. Šiame darbe bus pasitelkta anksčiau projektiniame darbe iš „Informacinių sistemų inžinerijos“ modulio specifiukuota dalykinė sporto klubo veikimo sritis. Konteksto duomenų modelyje (žr. 20 pav.) buvo išskirti reikalingi kontekstiniai elementai, kurie buvo sugrupuoti į atitinkamus paketus. Kuriamas modelis išskirtas į dvi dalis – verslo domeno pavyzdinį modelį bei verslo procesų pavyzdinius modelius. Domeno modelyje išskirti keli pagrindiniai vaizdai (angl. *views*): finansinis domenas, verslo duomenys, fizinis inventorių ir žmogiškieji ištekliai. Verslo duomenys dar išskaidyti į vidinius ir išorinius duomenis. Vidiniams duomenims gali priklausyti įvesties ir išvesties formų duomenys, taisyklės, narystės sąrašai, periodiškai rengiamos ataskaitos. Fiziniais ištekliais priklauso narystės kortelės. Finansiniai ištekliai – tai sąskaitų-faktūrų duomenys. Žmogiškieji ištekliai apima administratoriaus, kliento, tiekėjo, koordinatoriaus, struktūrinių vienetų klases.



20 pav. Konteksto duomenų modelis sporto klubo dalykinėje srityje

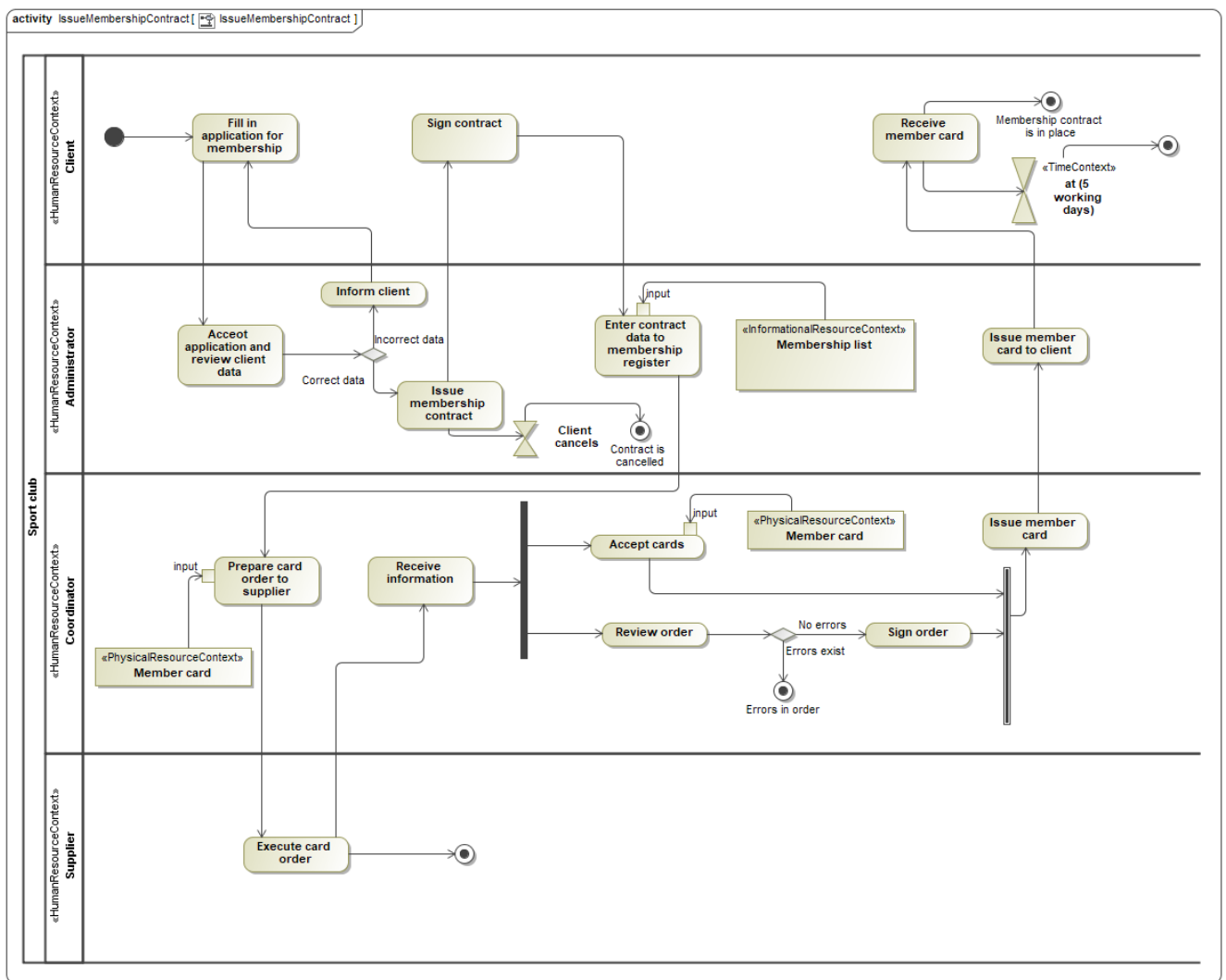
Sumodeliuotus stereotipus tuomet galima pritaikyti savo specifinėje dalykinėje srityje ir tai buvo atlikta keliuose pavyzdiniuose verslo procesų modeliuose. Norint, kad elementas paveldėtų stereotipo savybes, pats stereotipas turi būti pritaikytas modelio elementui. Bet kokiam elementui galima pritaikyti stereotipą. Verslo proceso „Narystės sutarties sporto klube sudarymas“ modelyje (žr. 21 pav.) galima matyti, kad Duomenų objektas „Narystės sąrašas“, panaudodamas stereotipą „ResourceContext“ ir „ContextSource“ yra praplečiamas savybėmis, kurias turi šis stereotipas, kartu paliekant ir BPMN specifinį duomenų objekto stereotipą. Išteklių kontekstas leidžia nurodyti, koks tai yra išteklius, o konteksto šaltinis – kokia šio kontekstinės informacijos kilmė. Tokiu būdu ir duomenų objektui „Nario kortelė“ yra suteiktas „ResourceContext“ stereotipas. Taip pat aktorių vaidmenims, kurie vaizduojami BPMN diagramoje kaip plaukimo juostos, yra pritaikyti konteksto stereotipai „HumanResourceContext“. Laiko ribos įvykiui buvo pritaikytas laiko konteksto stereotipas, bet kartu išliko ir BPMN meta-modelio laiko ribos įvykio stereotipas, kuris priklauso BPMN profilio meta-modeliui. Kadangi BPMN modeliavimo kalba nėra skirta kontekstui modeliuoti, tokiu būdu įmanoma nurodyti daugiau savybių/atributų, kurie galėtų geriau identifikuoti tam tikrą konteksto elementą. Taigi toks profiliavimo technikos naudojimas sukuria specifinę domeno terminologijos terpę, kurioje

analitikas gali praplėsti konteksto vartojimo savybes, kurias tradicinėje BPMN proceso modeliavime nėra įgyvendintas.



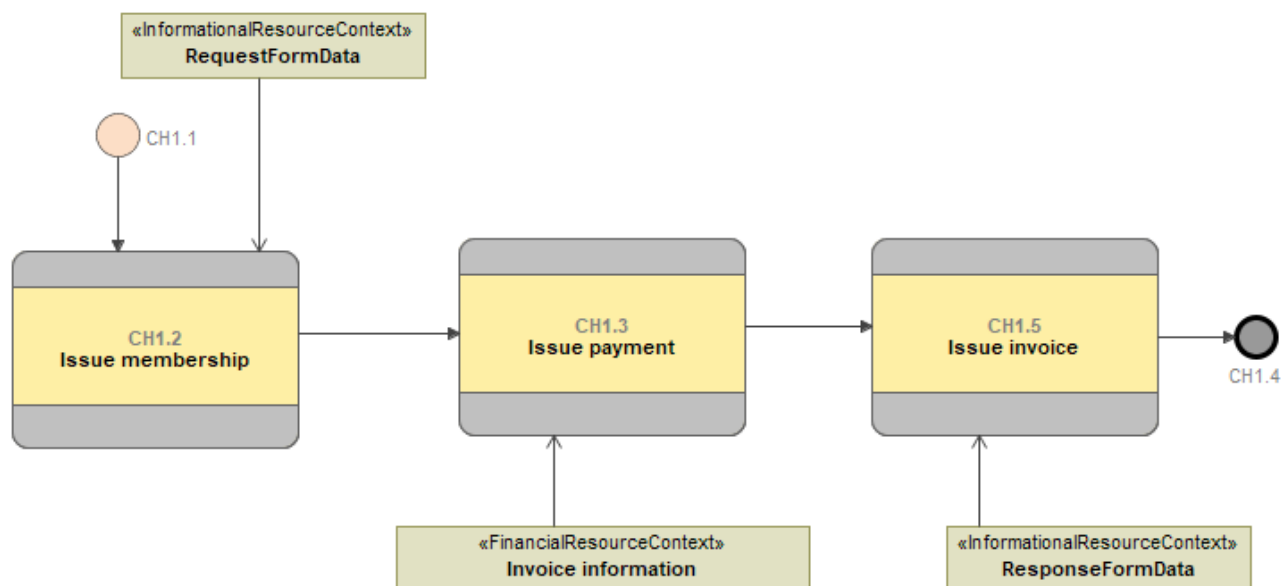
21 pav. Konteksto profilio elementų pritaikymas BPMN verslo proceso „Narystės sutarties sporto klube sudarymas“ modeliavime

BPMN nėra vienintelė modeliavimo kalba, kur galima panaudoti šį stereotipų modelį. Tai taip pat galima atlikti panaudojant UML veiklos diagramą. Tas pats verslo procesas „Narystės sutarties sporto klube sudarymas“ yra pavaizduotas 22 pav. Konteksto stereotipai panaudoti ir pritaikyti tiems patiems objektams modelyje.



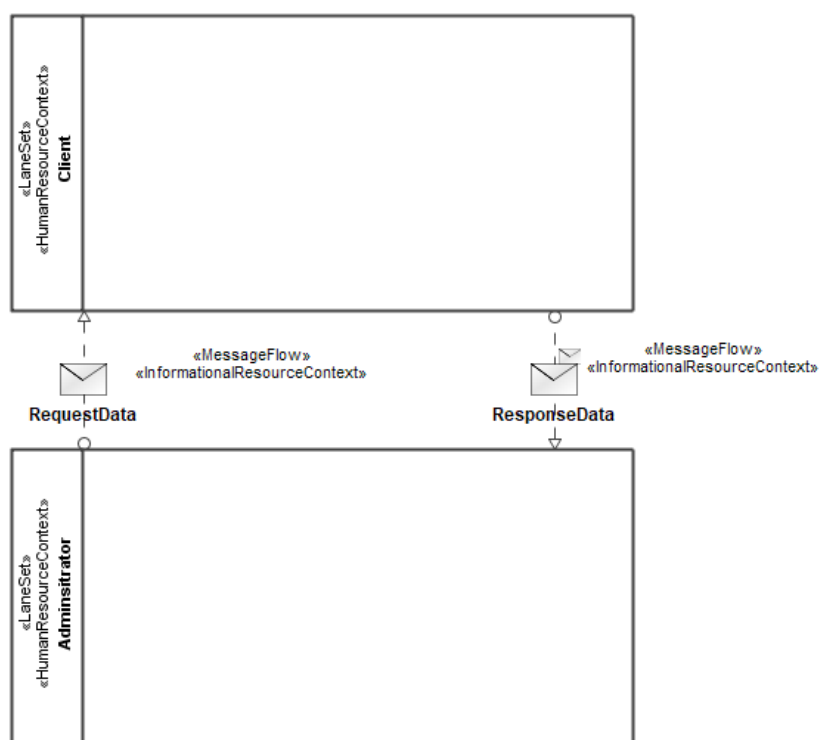
22 pav. Konteksto profilio elementų pritaikymas UML veiklos diagramoje verslo proceso „Narystės sutarties sporto klube sudarymas“ modeliavime

Egzistuoja galimybė taikyti konteksto stereotipus ir BPMN choreografijos diagramoje, kadangi ji taip pat naudoja tą patį BPMN profilio meta-modelį. 23 pav. „RequestFormData“ duomenų objektas veikia narystės išdavimo procesą. Mokėjimo sugeneravimo ir pateikimo procesas yra veikiamas sąskaitos-faktūros įvedimo formos informacijos. Galiausiai sąskaitos-faktūros išdavimo procesas gauna išvesties informacinį kontekstinį išteklį – „ResponseFormData“. Visi šie objektai įgavo kontekstinio ištekliaus stereotipus.



23 pav. Verslo procesas „Pateikti mokėjimą ir sąskaitą-faktūrą“ pritaikius konteksto profilio modelio elementus

Žemiau pateikta verslo proceso „Pateikti kliento duomenis“ koncepcinis proceso modelis (žr. 24 pav.), kuriame pritaikyti kontekstinės informacijos stereotipai būtent žinutės srauto asociacijoms BPMN bendradarbiavimo diagramoje. Tokiu būdu galima perteikti, kokia žinutėmis besikeičiama informacija ar duomenys yra svarbūs ir gali paveikti kelis verslo procesus, jų abipusę komunikaciją. Taigi kontekstinė informacija ir elementai gali būti taikomi ir modeliuojant tokia technika.



24 pav. Verslo proceso „Pateikti kliento duomenis“ koncepcinis modelis pritaikius konteksto profilio modelio elementus

3.5. Skyriaus rezultatai

Atlikus eksperimentinį konteksto profilio modelio pritaikymą pagal pasiūlytą konteksto meta-modelį galima teigti, kad modelis pagerina ir pagreitina kontekstinės informacijos identifikavimą bei specifikavimą. Jau turint apibrėžtą modelį yra lengviau jį taikyti bet kokioje dalykinėje srityje siekiant išskirti įvairius kontekstinius elementus, jų savybes. Galimybė modelį taikyti bet kokiame UML ar BPMN modelyje suteikia šiam konteksto profilio modeliui patrauklumą. Viena iš egzistuojančių rizikų yra tai, kad tokį modelį taikyti galėtų tik patyrę ir puikiai modeliavimą išmanantys ekspertai. Toliau pateikti šiame skyriuje atlikto eksperimento rezultatai:

1. Atlikus eksperimentinį tyrimą, buvo parodyta, jog pasiūlytas būdas gali būti įgyvendintas UML modeliavimo priemonėje.
2. Pasiūlyto būdo įgyvendinimas naudojant UML profiliavimo mechanizmą leidžia taikyti plėtinį UML ar BPMN modeliuose.
3. Panaudojant „MagicDraw“ validavimo priemones, buvo parodytas konteksto profilio taisyklingumo (angl. *well-formedness*) patikrinimas.
4. Be to, buvo parodyta pakartotinio panaudojimo galimybė.

Tolimesnės tyrimų kryptys

- Konteksto meta-modelis gali būti toliau plečiamas, įtraukiant daugiau konteksto kategorijų, kurios būtų svarbios tiek konteksto identifikavimui ir modeliavimui, tiek specifinės domeno kalbos plėtimui. Į modelį būtų galima įtraukti daugiau svarbių konteksto atributų.
- Konteksto meta-modelis gali būti transformuojamas į simuliacinį procesų modelį. Tokiu būdu būtų galima atlikti simuliacijos eksperimentą, kurio pagalba būtų galima tirti kontekstinės informacijos įtaką verslo procesui, suteikiant kontekstui tam tikrus realius parametrus.
- Naudojantis konteksto modeliu būtų galima atskleisti jo praktinę naudą filtruojant konteksto elementus pagal tam tikrus kriterijus, tai pateikiant modelio ataskaitose. Šiose ataskaitose atsiskleistų, kuri kontekstinė informacija daro didžiausią įtaką verslo procesui ar jo eigai. Pagal tokią informaciją analitikas galėtų geriau ir daug greičiau atrasti ir identifikuoti silpnąsias proceso vietas.

IŠVADOS

1. Atlikus mokslinės literatūros analizę, susijusios su kontekstais jautrių verslo procesų modeliavimu ir simuliacija, nustatyta, kad trūksta patogių įrankio ar būdo, kuris išplėstų kontekstinės informacijos modeliavimą, naudojant konteksto modeliavimo kalbą.
2. Pasiūlytas konteksto meta-modelis apjungia svarbius konteksto faktorius bei elementus, kurie yra aktualūs simuliacijai. Šis modelis leidžia išsamiau modeliuoti konteksto elementus, savybes bei ryšius, kas gali padėti suvokti, kaip kontekstas veikia verslo procesą.
3. Atlikus eksperimentinį tyrimą, kurio metu buvo panaudotas konteksto profilio modelis, nustatyta, kad jis leidžia identifikuoti ir specifikuoti konteksto elementus, praplėsdamas standartinę naudojamos technikos ir notacijos savybes. Profilio mechanizmo būdu kuriama specifinė domeno modeliavimo kalba, kurią galima pritaikyti modeliuojant skirtingas kontekstui jautrius procesus ar sistemas.

LITERATŪRA

- Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2015). Context-Aware Recommender Systems. In *Recommender Systems Handbook, Second Edition* (pp. 191–226). Boston: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7637-6_6
- Aguilar-Savén, R. S. (2004). Business process modelling: Review and framework. *International Journal of Production Economics*, 90(2), 129–149. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00102-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00102-6)
- Anastassiu, M., Santoro, F. M., Recker, J., & Rosemann, M. (2016). The Quest for Organizational Flexibility: Driving changes in business processes through the identification of relevant context. *Business Process Management Journal*, 22(4), 763–790. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/MRR-09-2015-0216>
- Awad, A., Grosskopf, A., Meyer, A., & Weske, M. (2009). Enabling resource assignment constraints in BPMN. *BPT Technical Report*, 04, 15. Retrieved from http://oryx-project.org/pub/Public/AhmedAwad/Enabling_Resource_Assignment_Constraints_in.pdf
- Brocke, J. Vom, Zelt, S., & Schmiedel, T. (2016). On the role of context in business process management. *International Journal of Information Management*, 36(3), 486–495. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2015.10.002>
- Cartelli, V., Di Modica, G., & Tomarchio, O. (2016). Complementing the BPMN to Enable Data-Driven Simulations of Business Processes. In *In Enterprise and Organizational Modeling and Simulation: 12th International Workshop, EOMAS 2016, Held at CAiSE 2016, Ljubljana, Slovenia, June 13, 2016, Selected Papers 12* (Vol. 191, pp. 22–36). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-44860-1>
- Dörndorfer, J., & Seel, C. (2017). A Meta Model Based Extension of BPMN 2 . 0 for Mobile Context Sensitive Business Processes and Applications, 301–315.
- Eriksson, H., & Penker, M. (2000). Business Modeling With UML. *Business Patterns at Work*, New York. <https://doi.org/978-0471295518>
- Fatolahi, A., & Shams, F. (2006). An investigation into applying UML to the Zachman framework. *Information Systems Frontiers*, 8(2), 133–143. <https://doi.org/10.1007/s10796-006-7977-8>
- Giaglis, G. M. (2001). A Taxonomy of Business Process Modelling and Information Systems Modelling Techniques. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 13(2), 209–228. <https://doi.org/10.1023/A:1011139719773>
- Hassen, M. Ben, Turki, M., & Gargouri, F. (2016). Choosing a Sensitive Business Process Modeling Formalism for Knowledge Identification. *Procedia Computer Science*, 100, 1002–1015.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.272>

- Heinrich, R., Merkle, P., Henss, J., & Paech, B. (2017). Integrating business process simulation and information system simulation for performance prediction. *Software & Systems Modeling*, 16(1), 257–277. <https://doi.org/10.1007/s10270-015-0457-1>
- Jansen-Vullers, M., & Netjes, M. (2012). Business Process Simulation—A Tool Survey. Jensen, K. In *Workshop and Tutorial on Practical Use of Coloured Petri Nets and the CPN Tools*.
- Kim, J., Lee, D., & Chung, K. Y. (2014). Item recommendation based on context-aware model for personalized u-healthcare service. *Multimedia Tools and Applications*, 71(2), 855–872. <https://doi.org/10.1007/s11042-011-0920-0>
- Liu, H., Lembaret, Y., Clin, D., & Bourey, J. P. (2011). Comparison between Collaborative Business Process tools. *Proceedings - International Conference on Research Challenges in Information Science*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/RCIS.2011.6006864>
- Mejia Bernal, J. F., Falcarin, P., Morisio, M., & Dai, J. (2010). Dynamic context-aware business process: A Rule-Based Approach Supported by Pattern Identification. In *Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing - SAC '10* (pp. 470–474). ACM. <https://doi.org/10.1145/1774088.1774186>
- Nunes, V. T., Santoro, F. M., & Borges, M. R. S. (2009). A context-based model for Knowledge Management embodied in work processes. *Information Sciences*, 179(15), 2538–2554. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2009.01.033>
- Ploesser, K., Peleg, M., Soffer, P., Rosemann, M., & Recker, J. (2009). Learning from Context to Improve Business Processes. *BPTrends*, 6(1), 1–7.
- Ramos, E., & Baiao, F. (2010). Process Improvement Based on External Knowledge Context. In *Proceedings of the 21th Australasian Conference on Information Systems*. Brisbane.
- Rima, A., & Vasilecas, O. (2015). Verslo procesų simuliacija: verslo procesų ir išteklių modelių reikalavimai. *Science: Future of Lithuania*, 7(3), 291–295.
- Rosemann, M., Recker, J., & Flender, C. (2008). Contextualisation of business processes. *International Journal of Business Process Integration and Management*, 3(1), 47–60. <https://doi.org/10.1504/IJBPIIM.2008.019347>
- Rosemann, M., Recker, J., Flender, C., & Ansell, P. (2006). Understanding Context-Awareness in Business Process Design. *Proceedings 17th Australasian Conference on Information Systems*, 2006.
- Saidani, O., & Nurcan, S. (2007). Towards Context Aware Business Process Modelling. *Proceedings of*

the 8th Workshop on Business Process Modeling, Development, and Support (BPMDS 2007), 7(JANUARY 2007), 1. Retrieved from http://www.researchgate.net/publication/228706852_Towards_context_aware_business_process_modelling/file/9c96051bb908fb0d09.pdf

Saidani, Oumaima, Rolland, C., & Nurcan, S. (2015). Towards a Generic Context Model for BPM. In *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (Vol. 2015-March, pp. 4120–4129). <https://doi.org/10.1109/HICSS.2015.494>

Santoro, F. M., Baião, F., Revoredo, K., & Nunes, V. T. (2017). Modeling and Using Context in Business Process Management: A Research Agenda, 1–20.

Serral, E., De Smedt, J., & Vanthienen, J. (2015). Extending CPN Tools with Ontologies to Support the Management of Context-Adaptive Business Processes. In *Business Process Management Workshops* (Vol. 202, pp. 198–209). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-15895-2_18

Sheng, Q. Z., & Benatallah, B. (2005). ContextUML: A UML-based modeling language for model-driven development of context-aware Web services. In *4th Annual International Conference on Mobile Business, ICMB 2005* (pp. 206–212). <https://doi.org/10.1109/ICMB.2005.33>

Stroppi, L. J. R., Chiotti, O., & Villarreal, P. D. (2011). A BPMN 2.0 extension to define the resource perspective of business process models. *14th Ibero-American Conference on Software Engineering and 14th Workshop on Requirements Engineering, CIBSE 2011*, 25–38. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84886646613&partnerID=tZOtx3y1>

Ulrich, F. (2013). Domain-Specific Modeling Languages – Requirements Analysis and Design Guidelines. *Domain Engineering: Product Lines, Languages, and Conceptual Models*, (December), 1–404. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-36654-3>

Vale, S., & Hammoudi, S. (2008). Context-aware Model Driven Development by Parameterized Transformation. In *Proceedings of MDISIS* (Vol. 340, pp. 167–180).

White, S. A. 2008. BPMN Modeling and Reference Guide: Understanding and Using BPMN, *Future Strategies Inc, Book Division*.