

VILNIAUS UNIVERSITETAS

Jurij Tekutov

DALYKINĖS SRITIES ŽINIŲ TURINIO ATNAUJINIMO VALDYMO
INFORMACINIŲ SĄVEIKŲ PAGRINDU MODELIS

Daktaro disertacija
Fiziniai mokslai, Informatika (09 P)

Vilnius, 2013

Disertacija rengta 2008–2012 metais Vilniaus universitete

Mokslinis vadovas:

prof. dr. Saulius Gudas (Vilniaus universitetas, fiziniai mokslai, Informatika – 09 P)

Konsultantas:

prof. dr. Vitalijus Denisovas (Klaipėdos universitetas, fiziniai mokslai, Informatika – 09 P)

PADĖKA

Nuoširdžiai dėkoju mokslinio darbo vadovui prof. dr. Sauliui Gudui už suteiktą galimybę tobulėti, nuoseklų vadovavimą ir pagalbą rengiant šią disertaciją. Ypatingą padėką reiškiu konsultantui prof. dr. Vitalijui Denisovui už vertingas mokslines konsultacijas, nuolatinį palaikymą ir domėjimąsi darbų sėkme bei visokeriopą pagalbą. Dėkoju recenzentams, tarybos nariams ir oponentams už pateiktas vertingas pastabas, kurios naudingos ne tik disertaciniam darbui, bet pravers ir tolimesnėje veikloje.

Taip pat noriu padėkoti savo tėvams, sesei Julijai už kantrybę ir moralinį palaikymą visais gyvenimo atvejais.

Dėkoju *Vilniaus universiteto Kauno humanitarinio fakulteto Informatikos katedros, Klaipėdos universiteto Jūrų technikos fakulteto Informatikos inžinerijos katedros* bei *Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto Informatikos katedros* kolegoms už kritiką ir pagalbą rengiant disertaciją. Asmeniškai *Klaipėdos universiteto Jūrų technikos fakulteto Informatikos inžinerijos katedros* vedėjui gerb. prof. dr. Arūnui Andziuliui – už atvedimą į mokslinių ieškojimų kelią, draugišką palaikymą ruošiant šią disertaciją ir pasitikėjimą manimi.

Taip pat dėkoju *Klaipėdos universiteto Informatikos katedros* bei *Vilniaus universiteto Informatikos katedros* dėstytojams už suteiktas žinias bei vertingą patirtį, įgytus per bakalauro, magistrantūros ir doktorantūros studijų metus.

Dėkoju *Valstybiniam studijų fondui* (buv. *Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų fondui*) už suteiktą finansinę paramą disertacijos rengimo metu.

Dėkoju visiems, kurie prisidėjo prie šio darbo vertingomis pastabomis ir pasiūlymais.

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

ACM (angl. *The Association for Computing Machinery*) – kompiuterių mokslo asociacija.

BPMN (angl. *Business Process Modelling Notation*) – grafinė verslo procesų specifikavimo notacija.

CASE (angl. *Computer Aided Systems Engineering*) – kompiuterizuota informacijos sistemų inžinerija.

EVC (angl. *Elementary Management Cycle*) – elementarus (veiklos) valdymo ciklas.

DVGM – detalizuotas vertės grandinės modelis.

DA – duomenų apdorojimo procesas.

DB – duomenų bazė.

DFD (angl. *Data Flow Diagram*) – duomenų srautų diagrama.

G – veiklos tikslų struktūra.

IEEE (angl. *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*) – elektros ir elektronikos inžinierių institutas, profesionalų asociacija.

IN – interpretavimo procesas.

IS (angl. *Information System*) – informacijos sistema.

ISO (angl. *International Standards Organization*) – tarptautinių standartų organizacija.

IT (angl. *Information Technologies*) – informacijos technologijos.

KU – Klaipėdos universitetas.

MDA (angl. *Model Driven Architecture*) – programinės įrangos kūrimo paradigma.

MDE (angl. *Model Driven Engineering*) – programinės įrangos kūrimo metodologija.

OMG (angl. *Object Management Group*) – objektinių standartų organizacija.

RE – sprendimo realizavimo procesas.

SP – sprendimo priėmimo procesas.

UML (angl. *Unified Modelling Language*) – objektinis modeliavimo standartas – vieninga modeliavimo kalba (OMG grupės standartas).

VO – valdomasis objektas.

VP – valdomas procesas.

VS – valdančioji sistema.

VFP – valdymo funkcinė priklausomybė.

VGM (angl. *Value Chain Model*) – vertės grandinės modelis.

VVF – veiklos valdymo funkcija.

TERMINŲ ŽODYNĖLIS

Terminų žodynelio tikslas – pateikti šioje platų temų spektrą apimančioje disertacijoje kai kurių dažniausiai vartojamų terminų apibrėžimus. Vartojant abipusiai suprantamus žodžius sukuriamas pagrindas keistis faktais ir idėjomis.

C

Curriculum – čia studijų programos turinys, o ugdymas traktuojamas kaip turinio perdavimas; procesas (ugdymas laikomas plėtra) (pagal [149], [150]).

D

Domenas – tam tikru požiūriu nagrinėjama realaus pasaulio (veiklos) sritis, pavyzdžiui, valdymo arba informaciniu požiūriu (darbe suprantama kaip dalykinė sritis).

E

Elementarus valdymo ciklas – organizacinės sistemos veiklos valdymo informacinio turinio modelis – veiklos valdymo vidinių informacijos transformacijų modelis [68].

F

Filtravimas – papildoma informacijos rūšiavimo funkcija, leidžianti pasirinkti reikiamą informaciją pagal tipą.

Fizinė duomenų bazės schema – duomenų bazės architektūros aprašas, sudarytas duomenų aprašymo kalba konkrečios duomenų bazių valdymo sistemos, naudojamos tai bazei įgyvendinti.

G

Gebėjimas – mokymosi/studijų metu išlavintas gabumas, tam tikrų intelektualinio ir/ar fizinio pobūdžio veiksmų atlikimas konkrečioje veiklos srityje. Gebėjimus sudaro mokėjimai ir įgūdžiai [104], [184].

I, Į

Interpretavimo procesas (IN) – paskirtis – atpažinti valdomojo objekto elementus bei procesus, įvardyti juos, tai realaus pasaulio srities (domeno) prasminio modelio formavimo procesas [68].

Informacijos sistemų (IS) inžinerija – taikomųjų informacijos sistemų kūrimas organizacijų veiklai valdyti, grindžiamas informacijos sistemų kūrimo gyvavimo ciklo modeliu [68].

Igūdis (angl. *full skill*) – vienas iš atlikimo lygmenų, pasireiškiantis kaip iki automatizmo išlavintas asmens mokėjimas; mokėjimo kokybiškumo rodiklis [104].

K

Kompetencija (angl. *competency*) – reikalavimas mokėjimui (ir kitiems kompetencijos elementams), aprašytam profesijos standarte, kvalifikacijos apraše ar kitame analogiška dokumente [8], [104].

Kvalifikacija (angl. *qualification*) – formalis vertinimo ir pripažinimo proceso išdava, kuri įsigalioja, kai valstybės pripažinta institucija nusprendžia, kad asmuo pasiekė studijų programos nustatytus rezultatus, ir išduoda nustatytą dokumentą, patvirtinantį turimą asmens kompetentingumą tam tikrai profesinei veiklai atlikti [104], [184].

M

Metodas – nuoseklus modelių kūrimo tam tikromis pilnai apibrėžtomis priemonėmis, iš įvairių pusių apibūdinančiomis kuriamą sistemą, procesas.

Modelis – supaprastintas sudėtingos esybės ar proceso aprašas (pavyzdžiui, formulų rinkiniu), atvaizdas [119].

Mokėjimas (angl. *skill*) – pagal aiškiai nustatytus reikalavimus aprašyta kompetencija kaip kompetentingai atlikti kokį nors profesinį veiksmą [104], [184].

Mokymosi apimtis (angl. *workload*) – mokymosi veiklos apimtis, kurios reikia tam tikram mokymosi rezultatui pasiekti (paskaitos, seminarai, praktinis darbas, savarankiškas darbas, moksliniai tyrimai, egzaminai).

N

Notacija – ženklinis modelio elementų vaizdavimo būdas.

P

Profesinės žinios (angl. *occupational knowledge*) – konkrečios profesijos veiklai suprasti bei pagrįsti reikalinga tikrovės pažinimo faktų, aplinkybių, patirčių ir apibendrinimų visuma [104].

R

Reikalavimų lokalizavimas – reikalavimų skaidymas į tam tikras prasminiu požiūriu susietų elementų grupes, galbūt turinčias pasikartojančius elementus, ir tų grupių susiejimas su atitinkamais tuos reikalavimus, galimybes ar tikslus realizuojančiais arba tas problemas ar grėsmes gimdančiais sistemos komponentais [39], [189].

Reikalavimų nuleidimas žemyn – reikalavimų performulavimas veiklos valdymo lygmens, kuriam jie skirti, terminais [39].

S

Sprendimo realizavimo procesas (RE) – informacinį valdymo sprendimo turinį paverčia fizikiniu poveikiu valdomajam objektui [68].

Studijų dalykas (angl. *study subject*) – studijų programos sudėtinė dalis, suteikianti tam tikrų kompetencijų, būtinų konkrečiam išsilavinimui ir/ar kvalifikacijai įgyti [151].

Studijų dalyko studijų turinys – studijų programos studijų turinio dalis, apimanti savarankiškus studijų rezultatus, tikslus, dalyko turinį, metodus, pasiekimų vertinimo kriterijus ir metodiką, būtina konkrečiam išsilavinimui ir/ar kvalifikacijai įgyti [151].

Studijų programa – struktūruotas ir nuoseklus teorinių ir praktinių studijų parametrų (studijų rezultatų, tikslų, turinio, dėstymo ir studijavimo metodų, priemonių, akademinio personalo bei materialinių išteklių) visuma, taip pat šios visumos aprašymas, sudarantis vieningą sistemą ir nusakantis reikalavimus konkrečiam išsilavinimui ir/ar kvalifikacijai įgyti [151].

Studijų rezultatai (angl. *learning outcomes*) – teiginiai, kuriuose remiantis visuomenės bei darbo pasaulio reikalavimais aprašoma, ką studentas turi žinoti, suprasti ir gebėti padaryti pasibaigus studijų procesui.

V

Valdomas procesas – organizacinės sistemos veiklos valdymo prasminis vienetas, kuris realizuoja valdymo funkcinę priklausomybę, valdomą procesą formaliai aprašo elementarus valdymo ciklas [68].

Valdymo funkcinė priklausomybė – visuma elementaraus valdymo ciklo komponentų priklausomybių, vykdomų tam tikra apibrėžta tvarka, sudarančia uždarą kontūrą (grįžtamojo ryšio ciklą), kuri užtikrina valdomo proceso realizavimą [68].

Veiklos modeliai – grafinių modelių rinkinys, kuris adekvačiai aprašo veiklos procesą taip, kad atitinka valdymo proceso reikalavimus.

Veiklos procesas – apibūdinamas kaip veiklos materialiosios transformacijos, kurios yra valdomo proceso dalis [68].

Veiklos valdymo funkcija – analizuojama (modeliuojama kaip informacinių transformacijų, siejamų su veiklos tikslais, sistema) veiklos valdymo funkcija sudaro valdomo proceso informacinį turinį [68].

Ž

Žinios (angl. *knowledge*) – 1) kompetencijos elementas, aprašytas pagal aiškiai nustatytus reikalavimus kaip faktų, principų, teorijų ir patirčių, kurios yra susijusios su profesine veikla, sistema; 2) kompetentingumo elementas, parodantis asmens išmokus faktus, principus, teorijas ir patirtis, kurios yra susijusios su profesine veikla ir kurias asmuo gali pademonstruoti.

Žiniomis grindžiamas modeliavimas – sistemų modeliavimas, kuris tenkina dvi sąlygas: 1) tai atitinkamo tipo sudėtingų sistemų teorija

grindžiamas modeliavimas; 2) realizuojamas informacijos technologijos priemonėmis, kurių aplinkoje yra saugomos ir modeliavimo eigoje naudojamas skaitmeninis atitinkamo tipo sudėtingų sistemų teorinis modelis (saugomos žinios apie nagrinėjamų atitinkamo tipo sudėtingų sistemų funkcionalumą) [68].

Žiniomis grindžiama IS inžinerija – kompiuterizuota IS inžinerija, kai CASE sistemoje yra dalykinės srities žinių posistemis, sudarytas pagal veiklos modelį, kaupiantis žinias apie kompiuterizuojamą dalykinę sritį [72].

Žinių valdymas (angl. *knowledge management*) – procesų visuma, valdanti žinių kūrimą, tvarkymą ir panaudojimą siekiant užsibrėžtų tikslų [119].

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	12
ILIUSTRACIJŲ SĄRAŠAS	13
ĮVADAS	17
1. ESAMŲ DALYKINĖS SRITIES MODELIAVIMO METODŲ ANALIZĖ ŽINIŲ TURINIO MODELIAVIMO POŽIŪRIU	29
1.1. Dalykinės srities modeliavimo žinių valdymo aspektu analizė	29
1.2. Dalykinės srities modeliavimo metodų analizė žinių turinio modeliavimo požiūriu	36
1.2.1. Veiklos procesų modeliavimo standartai	36
1.2.2. Veiklos modeliavimo metodologinių krypčių klasifikacijos	36
1.2.3. Išorinio ir vidinio dalykinės srities modeliavimo požiūriai: empiriniai ir žiniomis grindžiami modeliai	38
1.2.4. Dalykinės srities modeliavimo metodų (modelių) lyginamoji analizė	40
1.3. Veiklos valdymo informacinių sąveikų modelis	48
1.3.1. Detalizuoto vertės grandinės modelio sudarymo principai	48
1.3.2. Formalizuotas valdomo veiklos proceso modelis – elementarus veiklos valdymo ciklas	52
1.4. Kokybės vertinimo trikampio ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodų apžvalga	61
1.5. Metodo taikymo srities aprašymas	64
1.5.1. Studijų turinio samprata	64
1.5.2. Studijų programų sudarymo ir reikalavimų turinio formavimo principai	66
1.6. Pasaulio ir Lietuvos autorių darbai, susiję su studijų programų tobulinimo modeliais bei kompiuterizuoto projektavimo metodais	68
1.7. Pirmojo skyriaus apibendrinimas ir išvados	69
2. DALYKINĖS SRITIES VALDYMO ŽINIŲ MODELIAVIMO METODAS	72
2.1. Dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodas, grindžiamas veiklos valdymo informacinėmis sąveikomis	72
2.2. Struktūrizuoto vertės grandinės modelio modifikavimas dalykinės srities žinių turiniui identifikuoti	77
2.2.1. Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso informacinis modelis	78
2.2.2. Detalūs veiklos valdymo funkcijų ir veiklos procesų sąveikos modeliai	79
2.2.3. Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso valdymo taisyklės ir atributai	83
2.3. Antrojo skyriaus apibendrinimas ir išvados	86

3. DOMENO VALDYMO ŽINIŲ TURINIO IDENTIFIKAVIMO IR ŽINIŲ ATNAUJINIMO KOMPIUTERIZUOTO PROCESO MODELIS.....	87
3.1. Apibendrintas domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir dalykinių žinių atnaujinimo proceso modelis	87
3.2. Esamų ir dalykinės srities valdymo žinių turinio identifikavimo bei atnaujinimo modelių taikymo pavyzdžiai.....	92
3.2.1. Esamų žinių (senų reikalavimų) turinio identifikavimo ir atnaujinimo modelis	92
3.2.2. Dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) turinio identifikavimo ir atnaujinimo modelis.....	94
3.2.3. Esamų ir dalykinės srities žinių pridėjimo pavyzdys	96
3.3. Žinių saugyklos (duomenų bazės) projektavimas.....	97
3.3.1. Konceptinis duomenų modeliavimas	98
3.3.2. Loginis duomenų modeliavimas	100
3.3.3. Fizinis duomenų modeliavimas	102
3.4. Domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos prototipas	103
3.5. Trečiojo skyriaus apibendrinimas ir išvados	104
4. ŽINIŲ TURINIO IDENTIFIKAVIMO IR ATNAUJINIMO METODO TAIKYMAS STUDIJŲ PROGRAMOS REIKALAVIMŲ ANALIZEI BEI PROGRAMOS TURINIO ATNAUJINIMUI	106
4.1. Studijų programos reikalavimų išaiškinimas ir specifikuojimas ...	106
4.1.1. Reikalavimų išaiškinimo ir gavimo procesas (interpretavimo procedūra)	107
4.1.2. Reikalavimų specifikuojimo procesas (duomenų apdorojimo procedūra).....	111
4.2. Studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistema	116
4.3. Studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos taikymo metodika.....	121
4.3.1. Interpretavimo procedūra.....	123
4.3.2. Duomenų apdorojimo procedūra	127
4.3.3. Sprendimo priėmimo procedūra	129
4.3.4. Sprendimo realizavimo procedūra	131
4.4. Ketvirtojo skyriaus apibendrinimas ir išvados	133
5. DALYKINĖS SRITIES VALDYMO ŽINIŲ MODELIAVIMO METODO IR PRIEMONIŲ TAIKYMO EKSPERIMENTINIS TYRIMAS	134
5.1. Eksperimento etapai.....	134
5.1.1. 1 etapas. Žinių turinio sudarymas	134
5.1.2. 2 etapas (1 žingsnis). Turimo žinių (senų reikalavimų) modelio transformavimas valdymo informacinių sąveikų pagrindu	140
5.1.3. 2 etapas (2 žingsnis). Dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) modelio transformavimas valdymo informacinių sąveikų pagrindu	146

5.1.4. 3 etapas (1 žingsnis). Turimo žinių (senų reikalavimų) modelio analizė	147
5.1.5. 3 etapas (2 žingsnis). Dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) modelio analizė.....	149
5.2. Penktojo skyriaus apibendrinimas ir išvados.....	154
BENDROSIOS IŠVADOS	156
LITERATŪRA IR ŠALTINIAI	158

PRIEDAI:

1. Studijų programos komponentų ir mokymosi pasiekimų tikslų medis dviejų matavimų erdvėje
2. Lietuvos profesijų klasifikatoriaus koncepcinis žemėlapis
3. Duomenų bazės schema (*MagicDrawTM* priemonės aplinkoje)
4. Žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos, grindžiamos detalizuota vertės grandine bei elementariu valdymo ciklu, prototipo vaizdai
5. Detalaus valdymo funkcijos $F1 = „Studijų programos sudarymo / vykdymo valdymas“$ ir proceso $P1 = „Studijų programos sudarymas / vykdymas“$ sąveikos modelio pirmosios valdymo proceso ciklo fazės „interpretavimas“ trečio žingsnio taisyklių aprašymas
6. *IBM Rational Rose EnterpriseTM* ir *IBM Rational RequisiteProTM* CASE priemonių integracijos klasių diagramos pavyzdys
7. Supaprastinta studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos schema
8. Įvykiais grindžiama studijų programos kūrimo (sudarymo, vykdymo ir atnaujinimo valdymo) procesų grandinė
9. Žiniomis grindžiama studijų programos sudarymo procesas
10. Studijų programos reikalavimų analizės sistemos taikymo metodikos, pritaikytos neuniversitetinių studijų programų tobulinimui, pavyzdžiai
11. Dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) modelio formavimo pavyzdžio vaizdai (2 etapo 2 žingsnis)
12. Esamų ir dalykinės srities žinių palyginimo, taikant trikampio ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodus, programos ataskaitos
13. Studijų programų reikalavimų analizės (inžinerijos) sistemos aprobacijos patvirtinimas
14. Pažyma apie dalyvavimą KU GMMF Informatikos katedros organizuotame moksliniame seminare
15. Autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašas
16. Bendraautorius sutikimas teikti publikacijų medžiagą disertacijoje

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Pirminė dalykinės srities modeliavimo metodų analizės suvestinė..	44
2 lentelė. Dalykinės srities modeliavimo metodų komponentų (elementų) suvestinė.....	46
3 lentelė. Elementaraus valdymo ciklo sudėtis	57
4 lentelė. Lingvistinių kintamųjų konversija į trikampius neraiškiuosius skaičius.....	62
5 lentelė. Lingvistinių kintamųjų konversija į trapecijos neraiškiuosius skaičius.....	63
6 lentelė. Švietimo, studijų profesijų ir ekonominės veiklos klasifikatoriai	68
7 lentelė. Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso valdymo informacijos transformavimo žingsniai (valdymo taisyklės)	83
8 lentelė. Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso valdymo atributai (duomenys).....	85
9 lentelė. Reikalavimų metrikos ataskaitos formavimo užklausos nustatymai.....	128
10 lentelė. Vertinimo skalės paaiškinimo suvestinė	132
11 lentelė. Studijų programos reikalavimų tipas ir naudojamas prefiksas.....	135
12 lentelė. Esamų žinių palyginimas taikant trikampio neraiškiųjų skaičių metodą.....	151
13 lentelė. Dalykinės srities žinių palyginimas taikant trikampio neraiškiųjų skaičių metodą	152

ILIUSTRACIJŲ SĄRAŠAS

1 pav. Žinių apibūdinimo koncepcinis žemėlapis (sudarytas autoriaus remiantis [1, 4, 5, 24, 40, 48, 53, 108, 110, 116, 119, 179] literatūros šaltiniais).....	30
2 pav. Žinių valdymo sistemų ir jų architektūrų analizės koncepcinis žemėlapis (sudarytas autoriaus remiantis [3, 9, 19, 50, 139, 142, 145, 158, 164, 165] literatūros šaltiniais)	33
3 pav. Veiklos žinių aspektų modeliuose analizės koncepcinis žemėlapis (sudarytas autoriaus remiantis [14, 17, 26, 41, 56, 67, 68, 78, 114, 117, 141, 156, 168] literatūros šaltiniais)	34
4 pav. Veiklos modeliavimo ir IS modeliavimo metodologinės krypties klasifikacijos dviejų matmenų tyrimo erdvėje koncepcinis žemėlapis	37
5 pav. Mokslo ir technologijų (inžinerijos) sričių, kuriose yra taikomas veiklos procesų modeliavimas, klasifikacijos koncepcinis žemėlapis	38
6 pav. Principinė vidinio veiklos valdymo modeliavimo schema.....	40
7 pav. Dalykinės srities modeliavimo metodų (kalbų, notacijų) koncepcinis žemėlapis (sudaryta autoriaus remiantis [31, 59, 68, 78, 122, 124, 134, 135, 136, 146, 154, 161, 162, 182, 193, 194, 205, 211, 212] literatūros šaltiniais) .	42
8 pav. Vertės grandinės modelio taikymo moksliniuose darbuose analizės koncepcinis žemėlapis	48
9 pav. Detalizuotas vertės grandinės modelis (DVGM), identifikuojantis veiklos valdymo funkcijų ir veiklos procesų sankirtų visumą $\{Fi \times Pj\}$, kai yra informacinis grįžtamasis Fi ir Pj ryšys	50
10 pav. Detalizuotas VGM kaip valdomų procesų seka	52
11 pav. Principinė elementaraus valdymo ciklo (EVC) sandaros schema [68].....	53
12 pav. Detalus elementaraus valdymo ciklo (EVC) modelis	56
13 pav. Detalizuotas vertės grandinės modelis (DVGM), identifikuojantis veiklos valdymo funkcijų ir veiklos procesų sankirtų visumą $\{Fi \times Pj\}$, kai yra sudaromas elementarus valdymo ciklas	58
14 pav. Trikampiai neraiškieji skaičiai [99].....	62
15 pav. Trapecijos neraiškieji skaičiai [99].....	63
16 pav. Dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo principinė schema (BPMN notacija).....	73
17 pav. Metodo 1 etapas „Žinių turinio sudarymas“ (BPMN notacija).....	74
18 pav. Metodo 2 etapas „Turimo ir dalykinės srities žinių modelių transformavimas valdymo informacinių sąveikų pagrindu“ (BPMN notacija)	75
19 pav. Metodo 3 etapas „Turimo žinių ir dalykinės srities žinių modelių analizė“ (BPMN notacija).....	77
20 pav. Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso informacinis modelis	78

21 pav. Detalus valdymo funkcijos $F1 =$ „Studijų programos sudarymo / vykdymo valdymas“ ir proceso $P1 =$ „Studijų programos sudarymas / vykdymas“ sąveikos modelis	80
22 pav. Detalus valdymo funkcijos $F2 =$ „Turimo žinių modelio struktūrinimo valdymas“ ir proceso $P2 =$ „Turimo žinių modelio analizė informacinių sąveikų pagrindu“ sąveikos modelis	81
23 pav. Detalus valdymo funkcijos $F3 =$ „Dalykinės srities žinių modelio sudarymo valdymas“ ir proceso $P3 =$ „Dalykinės srities žinių modelio sudarymas“ sąveikos modelis	82
24 pav. Detalus valdymo funkcijos $F4 =$ „Žinių modelio atnaujinimo valdymas“ ir proceso $P4 =$ „Žinių modelio atnaujinimas“ sąveikos modelis	83
25 pav. Principinė domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir dalykinių žinių atnaujinimo proceso modelio bendra schema.....	88
26 pav. Principinė domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir dalykinių žinių atnaujinimo proceso modelio detalizuota schema.....	89
27 pav. Apibendrintas veiklos valdymo funkcijos žinių turinio identifikavimo modelis	89
28 pav. Esamų ir dalykinės srities žinių turinio atnaujinimo proceso modelio grafinė iliustracija.....	90
29 pav. Esamų ir dalykinės srities žinių skirtumo nustatymo susietumo matricos.....	91
30 pav. Esamų ir dalykinės srities žinių skirtumo nustatymo proceso grafinis vaizdavimas	91
31 pav. Veiklos valdymo funkcijos $VVF1^o$ (veiklos analizės valdymo) žinių turinio identifikavimo modelis	92
32 pav. Apibendrintas IS projektavimo disciplinos studijų modelis.....	93
33 pav. Detalus valdymo funkcijos $F1^o =$ „Veiklos analizės studijų valdymas“ ir proceso $P1^o =$ „Įmonės veiklos analizės studijavimas“ sąveikos modelis	93
34 pav. Veiklos valdymo funkcijos $VVF1^w$ (veiklos analitiko kvalifikacinių reikalavimų valdymo) žinių turinio identifikavimo modelis.....	94
35 pav. Apibendrintas IS projektavimo specialistų veiklos modelis	94
36 pav. Detalus valdymo funkcijos $F1^w =$ „Veiklos analitiko kvalifikacinių reikalavimų valdymas“ ir proceso $P1^w =$ „Analitiko veikla“ sąveikos modelis.....	95
37 pav. Detalus valdymo funkcijos $F1^{o+w} =$ „Veiklos analizės studijų ir veiklos analitiko kvalifikacinių reikalavimų valdymas“ ir proceso $P1^{o+w} =$ „Veiklos analizės studijavimas ir analitiko veikla“ sąveikos modelis.....	96
38 pav. Apibendrintas IS projektavimo disciplinos studijų modelis (po funkcijos $F2^o =$ „Reikalavimų specifikavimo studijų valdymas“ ir proceso $P2^o =$ „Reikalavimų specifikavimo studijavimas“ pridėjimo operacijos).....	96
39 pav. Apibendrintas IS projektavimo specialistų veiklos modelis (po valdymo funkcijos $F2^w =$ „Programinės įrangos inžinieriaus kvalifikacinių reikalavimų valdymas“ ir proceso $P2^w =$ „Programinės įrangos inžinieriaus veikla“ pridėjimo operacijos)	97
40 pav. Principinė IS projektavimo proceso schema (grafinė iliustracija)	98

41 pav. Esybių-ryšių modelis (konceptinis duomenų modelis).....	99
42 pav. Esybėmis papildyta principinė domeno valdymo žinių turinio atnaujinimo proceso modelio schema.....	100
43 pav. Dalykinės srities esybių klasių modelis (loginis duomenų modelis)	101
44 pav. Domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos prototipo atvaizdas (<i>MS AccessTM</i> priemonės aplinkoje)	104
45 pav. Studijų programos reikalavimų išaiškinimo ir specifikavimo procesų modelio schema (ilustruojami „Interpretavimo“ ir „Duomenų apdorojimo“ procedūrų etapai)	107
46 pav. Informatikos studijų programų reikalavimų šaltiniai (<i>Mindjet MindManager ProTM</i> priemonės [125] formato konceptinis žemėlapis)	110
47 pav. Proceso „Informatikos studijų programos atnaujinimas“ konteksto modelis (aukščiausiojo lygmens TOP DFD)	112
48 pav. Proceso „Informatikos studijų programos atnaujinimas“ pagrindinių subprocesų modelis (nulinio lygmens DFD0).....	113
49 pav. Proceso „Studijų programos specifikacijų sudarymas“ modelis (pirmojo lygmens DFD1).....	114
50 pav. Proceso „Komponentų (studijų modulių) specifikacijų sudarymas“ modelis (pirmojo lygmens DFD1).....	115
51 pav. Principinė studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos schema	117
52 pav. Studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos modeliai (IDEF0 notacija)	119
53 pav. „Reikalavimų šaltinių analizės atlikimo“ procesų srautų diagrama (IDEF3 notacija)	120
54 pav. Žiniomis grindžiamos studijų programos sudarymo proceso schema	121
55 pav. Principinė studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos taikymo metodikos schema (ilustruojami atskiri procedūrų etapai)	122
56 pav. Studijų programos modulių atributų matrica.....	123
57 pav. Esamų žinių atributų matrica.....	124
58 pav. Dalykinės srities žinių atributų matrica.....	124
59 pav. Funkcinių ir struktūrinių reikalavimų susietumo analizė	125
60 pav. Studijų programos mokymosi pasiekimų klasifikacija	125
61 pav. Studijų programos struktūros komponentai	126
62 pav. Esamų žinių susietumo matricos fragmentas	127
63 pav. Dalykinės srities žinių susietumo matricos fragmentas	127
64 pav. Studijų pagrindų dalies detaliųjų komponentų formavimas.....	128
65 pav. Studijų programos dalykų pasiskirstymas pagal studijų pagrindų sando grupę ir kreditų skaičių.....	129
66 pav. Principinė esamų žinių (senų reikalavimų) ir dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) skirtumo nustatymo susietumo matricos schema.....	130
67 pav. Atnaujintų žinių kokybės vertinimo formos atvaizdas (forma neužpildyta)	133
68 pav. Studijų programos projekto kūrimas	134

69 pav.	Studijų dalykų reikalavimų tipo apibrėžimas	135
70 pav.	Studijų siekinių (kompetencijų) reikalavimų tipo apibrėžimas.....	135
71 pav.	Studijų dalykų dokumentų tipo apibrėžimas	136
72 pav.	Studijų siekinių dokumentų tipo apibrėžimas	136
73 pav.	Studijų dalykų dokumento kūrimas.....	137
74 pav.	Studijų siekinių dokumento kūrimas	137
75 pav.	Studijų dalykų formavimas.....	138
76 pav.	Studijų siekinių (kompetencijų) formavimas	138
77 pav.	Sinchronizuotas studijų dalykų reikalavimų el. dokumentas	139
78 pav.	Sinchronizuotas studijų siekinių reikalavimų el. dokumentas	139
79 pav.	Studijų dalykų atributų nustatymas	140
80 pav.	Studijų dalykų su siekiniais susietumas	140
81 pav.	„DVGM ^o modeliavimo informacijos sistemos“ prototipo atvaizdas (MS Access TM priemonės aplinkoje)	141
82 pav.	Studijų veiklos valdymo funkcijos įvedimas (<i>FI^o</i>)	141
83 pav.	Informacinio srauto įvedimas (<i>a^o</i>)	141
84 pav.	Informacinio srauto įvedimas (<i>b^o</i>)	142
85 pav.	Studijavimo veiklos proceso įvedimas (<i>PI^o</i>).....	142
86 pav.	Materialaus srauto įvedimas (<i>Ieigal^o</i>).....	142
87 pav.	Materialaus srauto įvedimas (<i>Išeigal^o</i>)	143
88 pav.	Sankirtos priskyrimas (<i>FI^oxPI^o</i>)	143
89 pav.	Studijų tikslo įvedimas (<i>GI^o</i>)	143
90 pav.	Interpretavimo fazės (veiklos taisyklių) įvedimas (<i>INI^o</i>).....	144
91 pav.	Informacinio srauto (valdymo atributų) įvedimas (<i>AI^o</i>)	144
92 pav.	Informacinio srauto įvedimas (<i>BI^o</i>).....	144
93 pav.	Duomenų apdorojimo fazės įvedimas (<i>DAI^o</i>).....	145
94 pav.	Informacinio srauto įvedimas (<i>CI^o</i>)	145
95 pav.	Sprendimo priėmimo fazės įvedimas (<i>SPI^o</i>).....	145
96 pav.	Informacinio srauto įvedimas (<i>DI^o</i>)	146
97 pav.	Sprendimo realizavimo fazės įvedimas (<i>REI^o</i>)	146
98 pav.	Informacinio srauto įvedimas (<i>VI^o</i>).....	146
99 pav.	„DVGM ^w modeliavimo informacijos sistemos“ prototipo atvaizdas (MS Access TM priemonės aplinkoje)	147
100 pav.	Esamų žinių atributų matrica.....	148
101 pav.	Esamų žinių susietumo matrica	148
102 pav.	Dalykinės srities žinių atributų matrica	149
103 pav.	Dalykinės srities žinių susietumo matrica	149
104 pav.	Esamų ir dalykinės srities žinių skirtumo nustatymo susietumo matrica	150
105 pav.	Užpildytos atnaujintų žinių kokybės vertinimo formos atvaizdas ..	154

ĮVADAS

Tyrimų sritis ir problemos aktualumas. Pastaruoju metu informacijos sistemų (IS) kūrimo proceso gyvavimo ciklai nagrinėjami skirtingais požiūriais. Vienas perspektyviausių yra modeliais grindžiamas požiūris (angl. *model-driven approach*), kuriuo siekiama panaudoti formalias žinias apie dalykinę sritį inžinerijos procesui vykdyti, koreguoti ir valdyti. Vienas pirmųjų IS kūrimo gyvavimo ciklo etapų yra veiklos modeliavimas (angl. *enterprise modelling*), kuris tampa ypač svarbus taikant modeliais grindžiamą IS kūrimo metodologiją – MDE (angl. *Model Driven Engineering*) [177] ir jos metodus. Veiklos modeliavimo tikslas – sukurti organizacijos veiklos modelį (angl. *enterprise model*), kuris padėtų spręsti analizuojamos dalykinės srities problemas. Modeliais grindžiamos architektūros MDA (angl. *Model Driven Architecture*) [123] koncepcija apibrėžia IS kūrimo procesą kaip trijų lygmenų modelių (CIM (angl. *the Computation Independent Model*), PIM (angl. *the Platform Independent Model*) ir PSM (angl. *the Platform Specific Model*)) sąveiką, kurios paskirtis – tiesiogiai susieti veiklos modeliavimo bei tolimesnius IS analizės, projektavimo ir įgyvendinimo etapus. Tad veiklos modeliavimo specialistų požiūriu [32, 36, 57, 67], MDA koncepciją reikėtų vertinti kaip pastangas veiklos modeliavimo metodus susieti su viso gyvavimo ciklo (angl. *full life-cycle*) CASE (angl. *Computer-Aided Systems Engineering*) technologijomis. Šioje koncepcijoje atsispindi principas „iš apačios į viršų“ (angl. *bottom-up approach*), t. y. nuo programų inžinerijos metodų prie veiklos modeliavimo metodų IS inžinerijos poreikiams tenkinti. Tokiu būdu moderniose IS kūrimo metodikose vis didesnis dėmesys teikiamas ne tik (ir ne tiek) programų ir IS inžinerijos metodams, bet ir organizacijų veiklos modeliavimo problematikai, t. y. dalykinės srities žinių atvaizdavimui.

Vidiniu veiklos modeliavimu grindžiami IS inžinerijos metodai (IS gyvavimo ciklo etapų modeliai), kurių pagrindas yra veiklos srities (domeno) dėsningumo modelis, vadinami *žiniomis grindžiamais* (angl. *Knowledge-based*) metodais [68]. MDE grindžiamoje kompiuterizuotoje IS inžinerijoje

veiklos modelio paskirtis – susisteminti ir formalizuoti žinias apie tam tikrą analizuojamą domeną (dalykinę sritį). Šiuo metu formuojasi IS inžinerijos metodai, kurie leistų panaudoti CASE sistemose kaupiamas žinias apie veiklos funkcijas, procesus ir taisykles intelektualizuojant IS kūrimo procesą [72]. Taip pat bandoma taikyti dalykinės srities žinių turinio sudarymo bei atnaujinimo metodus [35, 42] iš kitų gretimų IS inžinerijai sričių, tokių kaip el. mokymas, intelektinės verslo sistemos (angl. *Business Intelligence – BI*) [76, 79], veiklos taisyklių modeliavimas [7].

Žinių turinio specifikacijos sudarymas apima žinių apie dalykinės srities rinkimą, specifikacijos rengimą ir analizę, verifikavimą ir validavimą. Šiame darbe dalykinės srities žinios (angl. *domain knowledge*) suprantamos kaip dinamiškas žinių savybių rinkinys, aprašytas pagal nustatytus reikalavimus kaip faktų, principų ir teorijų, kurios yra susijusios su tam tikra profesine veikla, sistema. Kitaip tariant, žinių savybių rinkinys – tai dalykinės srities išraiška esamame kontekste. Veiklos modeliavimą galima priskirti reikalavimų rinkimo ir analizės etapui. Toliau veiklos modeliai transformuojami į kuriamos sistemos reikalavimų specifikaciją. IS inžinerijos proceso metu kuriamos sistemos (pavyzdžiui, domeno žinių turinio) ir atskirų jos komponentų specifikacijos. Kiekviename efektyviame dalykinės srities žinių (reikalavimų) valdymo procese svarbiausias žingsnis yra reikalavimų, kurie identifikuoti reikalavimų išrinkimo metu, formalus užrašymas. Tai padeda užtikrinti tikslų reikalavimų perdavimą ir valdymą juos plėtojant. Dokumentai yra tradicinė žmogui suprantama forma reikalavimams užrašyti. Jie suteikia pagrindą kontekstui nustatyti ir reikalavimams fiksuoti, bet nėra labai tinkami papildant ir ypač modifikuojant reikalavimų informaciją. Dabartiniams, nuolat besikeičiantiems, veiklos poreikiams tenkinti reikalingas veiklos integravimas su informacijos technologijomis bei tokios kompiuterizuotos IS, kurios adaptuotųsi prie organizacijų veiklos pokyčių. Tokios sistemos turėtų būti kuriamos orientuojantis į vertės grandinės modelį (VGM), nes kompiuterizavimas apima veiklos valdymo funkcijas ir veiklos procesus bei organizacijos funkcinį sričių sąveikas, kurias ir atskleidžia VGM.

Kompiuterizuojant veiklą atliekamas veiklos valdymo funkcijų ir veiklos procesų informacinių sąveikų tyrimas, kuris reikalauja tolimesnio vertės grandinės elementų dekomponavimo, t. y. vyksta VGM modifikavimas [71], sudaromas detalizuotas vertės grandinės modelis (DVGM). Tokiu būdu žiniomis grindžiamas IS kūrimas vykdomas remiantis tomis žiniomis apie veiklos valdymą, kurios apibrėžia esmines veiklos valdymo informacinių sąveikų savybes. Veiklos valdymo informacinė sąveika specifikuojama kaip elementarus valdymo ciklas (EVC), grįžtamojo ryšio kontūru susiejantis veiklos valdymo funkciją ir veiklos procesą.

Šiame darbe pasiūlytas dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodas, kurio formalūs DVGM ir EVC aprašai pateikti BPMN notacija. Tuo pat metu neapsiribuojama formaliu pateikimu, todėl metodas detalizuojamas ir taikomas konkrečiame domene – aukštojo mokslo studijų programų konstravimo ir atnaujinimo srityje. Ši dalykinė sritis pasirinkta neatsitiktinai, bet remiantis metodologinėmis nuostatomis. Akademinėje srityje IS kūrimas tradiciškai vyksta pradedant veiklos valdymo funkcijų analize, kurioje svarbus veiklos valdymo informacinių sąveikų aspektas. Analizuojama aukštojo mokslo studijų dalykinė sritis yra daugiamatė, dinamiška ir reikalauja nuolatinio žinių turinio atnaujinimo. Tik laiku aktualizuojant studijų programos struktūrą ir žinių turinį, galima tinkamai atsižvelgti į nuolat besikeičiančius poreikius ir visų suinteresuotų pusių (angl. *stakeholders*) reikalavimus.

Vieni pirmųjų studijų programos kūrimą kaip IS inžinerijos procesą pradėjo nagrinėti tarptautinio MOCURIS (angl. *Modern Curriculum Development in Information Systems at Master Level*) projekto vykdytojai, kurių darbuose [35, 37, 42] buvo pasiūlytas modelinės studijų programos konstravimo metodas. Jie įvedė naują sąvoką „studijų programų inžinerija“, apibrėžė studijų programos architektūrą ir, nagrinėdami studijų programą kaip sistemą, susidedančią iš kursų ir modulių, pritaikė standartinį IS inžinerijos procesą modelinei magistrantūros studijų programai kurti. Šiuo metodu buvo sukurtas didelės apimties IS srities magistrantūros programos specifikacijos dokumentas [38], kuriuo turėjo vadovautis konkrečių programų, kursų ir

modulių kūrėjai. Tačiau jau projekto metu paaiškėjo esminių šio metodo trūkumų. Efektyviai taikyti tokį programos kūrimo procesą gebėjo tik jo autoriai, o sukurtas artefaktas (tekstinis specifikacijų dokumentas) dėl savo formalaus pobūdžio, sudėtingumo ir apimties buvo netinkamas vykdyti pagrindinę reikalavimų specifikacijos funkciją – užtikrinti visų proceso dalyvių komunikaciją ir koordinuoti jų darbą. Analizuojant atsiradusias reikalavimų atskyrimo, lokalizacijos bei detalumo (granuliavimo) problemas [37] paaiškėjo, kad tai būdinga tradiciniam, neautomatizuotam, reikalavimų inžinerijos procesui. Todėl kitų tyrėjų (tarp jų ir šio darbo autoriaus) pasiūlyta ši procesą automatizuoti kuriant studijų programos reikalavimų inžinerijos sistemą CASE priemonių pagrindu [42, 44]. Tiesiogiai dalyvaujant autoriui tokia sistema buvo sukurta ir pritaikyta naujoms studijų programoms kurti [45, 46, 70]. Tačiau greit besikeičiančioje aplinkoje ypač svarbu tampa laiku modernizuoti studijų programas, užtikrinti jų kokybę, atnaujinti žinių turinį. Visa tai reikalauja efektyvaus grįžtamojo ryšio su visomis suinteresuotomis pusėmis. Šioje disertacijoje minėtoms problemoms spręsti panaudotas detalizuotas vertės grandinės modelis (DVGGM), užtikrinantis nuolatinį informacinį grįžtamąjį ryšį, kuris perduoda veiklą apibūdinančius duomenis (atributus) veiklos valdymo funkcijai ir grąžina valdymo sprendimus veiklos procesui nukreipti. Metodas realizuojamas sukuriant IS inžinerijos CASE sistemoje veiklos žinių saugyklą, kuri formuojama kompiuterizuojamos dalykinės srities veiklos modelio pagrindu.

Darbo mokslinė reikšmė. Tradicinėje kompiuterizuotoje IS inžinerijoje sistema kuriama empiriškai, pradedant vartotojo poreikių rinkimu, analize ir specifikavimu. Žiniomis grindžiamoje kompiuterizuotoje IS inžinerijoje sistema kuriama naudojant veiklos žinių bazę ir remiantis joje saugomomis dalykinės srities žiniomis. Manoma, kad pagrindinis žiniomis grindžiamos IS inžinerijos skiriamasis bruožas yra dalykinės srities žinių posistemis, kuris sudaromas pagal organizacijos veiklos modelį ir skirtas kaupti žinias apie kompiuterizuojamą dalykinę sritį. Toks žinių kaupimo posistemis turi atlikti dalykinės srities žinių, būtinų IS projektiniams modeliams kurti, saugyklos

funkcijas. Darbuose [68, 72] pasiūlyta tokia šio posistemio struktūra: veiklos modelis ir veiklos metamodelis (formalizuota žinių apie veiklos valdymą struktūra). Dalykinės srities žinių kaupimo posistemis turi tapti esmine žiniomis grindžiamos CASE priemonės komponente, intelektualizuojančia visą IS kūrimo procesą. Tad tokio posistemio sudarymas yra viena iš aktualių mokslinių problemų, sprendžiamų šiame darbe.

Kita aktuali problema – valdymo informacinių sąveikų vertinimas modeliuojant organizacijos veiklą. Pasiūlyta nemažai veiklos modeliavimo metodų ir kalbų (DFD, IDEFx, UML plėtiniai, BPMN, DVGGM ir kiti), tačiau tik nedaugelis jų įvertina dalykinės srities valdymo informacinės sąveikas, kurios sistemų teorijos atžvilgiu būtinos veiklai valdyti. Dalykinės srities modelio, kuris apimtų duomenų, žinių, tikslų komponentus, būtinus valdyti mūsų nagrinėjamos dalykinės srities (t. y. organizacinės sistemos) veiklą, sudarymo ir tokių žinių atnaujinimo metodai yra aktuali mokslinė problema. Kompiuterizuojamo domeno (veiklos) informacinių sąveikų turinio identifikavimas bei atnaujinimas IS kūrimo, BI priemonių [76], žinių valdymo [115] srityse šiandien yra dar neformalizuotas. Šiuo metu, taikant kompiuterizuotas priemones IS inžinerijos srityje [71], tik formuojasi formalizuoti metodai domeno valdymo informacinių sąveikų turiniui sudaryti bei atnaujinti (apimant duomenis, žinias, tikslus).

Darbe pateiktas nagrinėjamos dalykinės srities, toliau vadinamos „veiklos domenu“, žinių modelio atnaujinimo (žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo) metodas, grindžiamas veiklos modeliavimo valdymo informacinių sąveikų aspektu, kai yra identifikuojamos valdymo informacinės sąveikos tarp veiklos domeno komponentų. Sukurtas žinių turinio atnaujinimo modelis aprašytas formaliai, pasiūlytos kompiuterizuoto proceso įgyvendinimo priemonės. Metodas pritaikytas kuriant veiklos domeno žinių turinio identifikavimo bei atnaujinimo CASE sistemą, kuri aprobuota sudarant ir atnaujinant aukštojo mokslo informatikos pagrindinių (bakaluro) [45, 46] bei magistrantūros [70] studijų programas.

Tyrimo objektas. Dalykinės srities žinių turinio, kuris apima veiklos

domeno valdymo informacinės sąveikas, identifikavimas, modeliavimas ir atnaujinimas.

Tyrimo tikslas – sukurti dalykinės srities žinių modeliavimo metodą, grindžiamą veiklos valdymo informacinėmis sąveikomis, ir kompiuterizuoti dalykinių žinių modelio atnaujinimo procesą.

Tikslui įgyvendinti darbe sprendžiami tokie **uždaviniai**:

1. Atlikti esamų dalykinės srities modeliavimo metodų analizę žinių turinio modeliavimo požiūriu.
2. Sukurti dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodą, grindžiamą veiklos valdymo informacinėmis sąveikomis:
 - 2.1. apibrėžti veiklos valdymo funkcinių priklausomybių, sudarančių informacinį grįžtamąjį ryšį, seką;
 - 2.2. pritaikyti modifikuotą vertės grandinės ir elementaraus valdymo ciklo modelį domeno žinių turiniui aprašyti bei atnaujinti.
3. Sukurti domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir žinių atnaujinimo kompiuterizuoto proceso modelį bei informacijos sistemos prototipą.
4. Pritaikyti žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo metodą studijų programos reikalavimų analizei bei programos turinio atnaujinimui, pasiūlyti sistemos taikymo metodiką.
5. Atlikti sukurto metodo ir CASE priemonių taikymo eksperimentinį tyrimą, įvertinant atnaujintų domeno žinių kokybę.

Darbo mokslinis naujumas. Buvo gauti šie nauji rezultatai:

- sukurtas dalykinės srities (domeno) valdymo žinių modeliavimo metodas, grindžiamas veiklos valdymo informacinėmis sąveikomis;
- modifikuotos vertės grandinės ir elementaraus valdymo ciklo pagrindu sukurtas domeno valdymo žinių turinio identifikavimo bei žinių atnaujinimo kompiuterizuoto proceso modelis;

- realizuojant šį modelį ir jo algoritmus, žiniomis grindžiamoje CASE sistemoje sukurtas veiklos žinių posistemis, atliekantis dalykinės srities žinių saugyklos funkciją;
- sukurtas metodas ir sistema aprobuoti pasirinktoje dalykinėje srityje – aukštojo mokslo studijų programų kūrimas bei atnaujinimas.

Asmeninis indėlis. Esminį autoriaus indėlį sudaro:

- a) valdymo funkcinių priklausomybių, sudarančių informacinį grįžtamąjį ryšį, sekos apibrėžimas žinių modeliavimo ir valdymo srityje;
- b) sukurtas modifikuotas vertės grandinės ir elementaraus valdymo ciklo modelis valdymo žinių atnaujinimo procesui aprašyti;
- c) sukurtas kompiuterizuoto proceso modelis ir žiniomis grindžiama CASE sistema.

Darbo rezultatų praktinė reikšmė. Pasiiekti šie praktinę vertę turintys rezultatai:

- sukurta valdymo žinių kompiuterizuota priemonė, kuri gali būti taikoma ne tik pasirinktai dalykinei sričiai atnaujinti, bet ir kitose srityse, pavyzdžiui: įmonių žinių bazėms kurti ir atnaujinti, BI priemonėms tobulinti, įdiegiant žinių bazes, vertinti sukauptų repozitorijų turinio pilnumą;
- metodas ir kompiuterizuota priemonė panaudota studijų programos žinių turiniui patikrinti bei atnaujinti;
- sukurti „studijų programos sudarymo / vykdymo valdymo“, „turimo žinių modelio struktūrinimo valdymo“, „dalykinės srities žinių modelio sudarymo valdymo“ ir „žinių modelio atnaujinimo valdymo“ informaciniai DVGM modeliai. Gautieji rezultatai gali būti naudojami tolesniuose nagrinėjamo domeno proceso valdymo ir žinių turinio tobulinimo modelių tyrimuose;
- darbo rezultatai panaudoti sukuriant ir įgyvendinant studijų programos reikalavimų analizės sistemą vykdant projektą

„Informacinių technologijų srities magistrantūros studijų programų modernizavimas, plėtra ir mobilumo užtikrinimas“ (SFMIS kodas: BPD2004-ESF-2.5.0-03-05/0063, paramos sutarties Nr. ESF/2004/2.5.0-03-407/BPD-178);

- pasiūlyta sistemos taikymo metodika, leidžianti susisteminti, analizuoti, lokalizuoti ir vertinti reikalavimus kuriamoms aukštojo mokslo studijų programoms, modernizuoti šių studijų programų struktūrą ir atnaujinti žinių turinį;
- atnaujinta informatikos studijų programos struktūrą ir žinių turinys sukurto mokslinio metodo pagrindu.

Ginamieji teiginiai:

1. Sukurtas metodas, leidžiantis sudaryti analizuojamo domeno valdymo informacinių sąveikų dviejų lygmenų (granuliuotą) žinių aprašymo modelį.
2. Pasiūlytas hierarchinis modifikuotas vertės grandinės ir elementaraus valdymo ciklo modelis leidžia struktūrizuoti domeno žinių identifikavimo bei atnaujinimo procesus.
3. Žinių atnaujinimo kompiuterizuoto proceso modelis leidžia sukurti žiniomis grindžiamą CASE sistemą, kuri gali būti taikoma judrių (greitai besikeičiančių) dalykinių sričių (ne tik studijų programų) žinių turiniui atnaujinti.
4. Darbe sukurta studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos taikymo metodika įgalina susisteminti, analizuoti, lokalizuoti ir vertinti reikalavimus kuriamoms aukštojo mokslo studijų programoms bei lanksčiai atnaujinti šių studijų programų struktūrą ir žinių turinį.

Tyrimo metodika. Darbe taikomi teoriniai ir eksperimentiniai tyrimo metodai. Dalykinės srities žinių turinio analizės tyrimas apima sisteminę mokslinės literatūros analizę, veiklos modeliavimo, žinių valdymo modeliavimo srityse apžvelgtų metodų apibendrinimą, tradicinius veiklos modeliavimo metodus (DFD, IDEF0, IDEF3, BPMN ir kitų metodų savybių

analizę), kokybinės analizės (konceptinių žemėlapių) taikymą, žiniomis grindžiamo veiklos modeliavimo metodus, lyginamosios analizės ir apibendrinimo metodų taikymą. Teoriniams ir eksperimentiniams tyrimams atlikti buvo taikomos CASE priemonės (*IBM Rational RequisiteProTM*, *MagicDrawTM*, *MS VisioTM*) ir kita kompiuterinė programinė įranga: konceptinių žemėlapių įrankis (*Mindjet MindManager ProTM*), duomenų bazių valdymo sistemos (*MS AccessTM*, *MySQL ServerTM*).

Darbo rezultatų aprobavimas ir publikavimas. Metodikos ir kompiuterizuotos sistemos aprobacija vykdyta 2006–2008 m. Klaipėdos universiteto (KU) Informatikos ir Informatikos inžinerijos katedrose įgyvendinant Europos struktūrinių fondų projektą „Informacinių technologijų srities magistrantūros studijų programų modernizavimas, plėtra ir mobilumo užtikrinimas“ [43, 95] bei pertvarkant 2008–2009 m. informatikos pagrindinių (bakaluro) studijų programą pagal naujo Informatikos studijų krypties reglamento reikalavimus [112]. 2008 m. birželio mėn. KU Gamtos ir matematikos mokslų fakultete (GMMF) apsigintas magistrantūros studijų baigiamasis darbas „Sistemų inžinerijos metodų ir priemonių taikymas informatikos inžinerijos magistrantūros studijų programų kūrimui“ [171]. Be to, 2009–2010 m. minėta reikalavimų specifikavimo analizės sistema buvo taikoma ruošiant vykdomas Klaipėdos universitete bakaluro ir magistrantūros *Informatikos* studijų programas išoriniam vertinimui (savianalizei) pagal Studijų kokybės vertinimo centro aprašo metodinius nurodymus (patvirtinimas apie studijų programų reikalavimų specifikavimo analizės sistemos aprobaciją pateikiamas 13 priede). Dar vienas sistemos aprobacijos rezultatas – sėkmingai sukurta ir pradėta įgyvendinti nauja KU techninių informacinių sistemų inžinerijos magistrantūros studijų programa. Sistemos taikymo efektyvumą patvirtino ir teigiama Studijų kokybės vertinimo centro išorinių ekspertų išvada apie naujai sukurta magistrantūros studijų programą. Taip pat 2011 m. rugsėjo 14 d. buvo dalyvauta KU GMMF Informatikos katedros organizuotame moksliniame seminare (pažyma pateikiama 14 priede), kuriame Latvijos universiteto Informatikos mokslų srities doktorantas D. Dosbergs pristatė savo

disertaciją „Study Program Quality Evaluation“ [47] ir sukurtą studijų programų kokybės vertinimo programinį įrankį. Dalyvavimas šiame seminare leido pagilinti dalykinės srities žinias bei praplėsti tuo metu dar pradinių disertacijos variantą naujomis idėjomis.

Parengti ir publikuoti 12 moksliniai straipsniai, iš jų – 1 straipsnis spausdintas ISI Web of Science duomenų bazėje referuojamuose ir turinčiuose citavimo indeksą leidiniuose, 1 straipsnis – kituose ISI duomenų bazėje referuojamuose leidiniuose (Proceedings ir kt.), 5 straipsniai – tarptautinėse duomenų bazėse referuojamuose periodiniuose leidiniuose (buv. įtrauktuose į Lietuvos mokslo tarybos – LMT patvirtintą sąrašą), 1 straipsnis – Lietuvos recenzuojamuose moksliniuose periodinėse leidiniuose, 1 straipsnis – tarptautinių mokslinių konferencijų leidiniuose, 1 tezė – tarptautinių mokslinių konferencijų leidiniuose, 2 straipsniai – respublikinių mokslinių konferencijų leidiniuose (publikacijų sąrašas pateiktas 15 priede „Autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašas“). Bendraautorius (prof. dr. V. Denisovo) sutikimą teikti publikacijų medžiagą disertacijoje galima rasti 16 priede.

Tyrimų rezultatai buvo pristatyti ir aptarti 7 mokslinėse konferencijose Lietuvoje ir užsienyje, skaityti 7 pranešimai mokslinėse konferencijose:

- 2009 m. balandžio 22 d. KU GMMF studentų mokslinės draugijos respublikinėje jaunųjų mokslininkų XII konferencijoje „Fundamentiniai tyrimai ir inovacijos mokslų sandūroje“, pranešimas „Žiniomis grindžiamo veiklos modeliavimo metodų ir priemonių analizė“;
- 2009 m. gegužės 8 d. XIV tarpuniversitetinėje magistrantų ir doktorantų mokslinėje konferencijoje „Informacinės technologijos 2009“, pranešimas „Reikalavimų inžinerijos metodikos įgyvendinimas modernizuojant informatikos magistrantūros studijų programas“;
- 2010 m. balandžio 15 d. tarptautinėje mokslinėje konferencijoje „Aukštojo mokslo erdvės: iššūkiai ir galimybės“, pranešimas

„Reikalavimų valdymo sistemos taikymas informatikos krypties neuniversitetinių studijų programų tobulinimui“;

- 2010 m. gegužės 14 d. VII mokslinėje konferencijoje „Technologijos mokslo darbai Vakarų Lietuvoje“, pranešimas „Informatikos studijų programos mokymosi pasiekimų ir profesinių reikalavimų atitikmens nustatymas“;
- 2010 m. gruodžio 20–27 d. tarptautinėje mokslinėje-praktinėje Scientific World interneto konferencijoje „Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании'2010/ Modern problems and ways of their solution in science, transport, production and education‘ 2010“, pranešimas „Система управления требованиями учебных программ в области информатики“;
- 2011 m. rugsėjo 22–24 d. „Kompiuterininkų dienos-2011 spartinant Europos skaitmeninės darbotvarkės įgyvendinimą Lietuvoje“ XV tarptautinėje mokslinėje kompiuterininkų konferencijoje, pranešimas „Studijų proceso valdymas modifikuoto vertės grandinės modelio pagrindu“;
- 2012 m. spalio 10 d. tarptautinėje mokslinėje konferencijoje INTEL-EDU 2012: 3rd International Workshop on Intelligent Educational Systems and Technology-enhanced Learning (53rd International Conference Dedicated to the 150th Anniversary and the 1st Congress of World Engineers and Alumni of RPI/RTU), pranešimas „The Study Programme Requirements Enhancement Based on a Problem Domain Model“.

Disertacijos apimtis ir struktūra. Disertaciją sudaro santrumpų ir terminų žodynėliai, įvadas, penki skyriai, išvados, naudotos literatūros sąrašas, publikacijų sąrašas ir 16 priedų. Skyriai yra suskaidyti į poskyrius, o kai kurie poskyria – į skyrelius.

Įvadiniame skyriuje aptariama tiriamoji sritis, problemos aktualumas, darbo mokslinė reikšmė, aprašomas tyrimo objektas, formuluojami darbo

tikslas bei uždaviniai, pateikiami darbo mokslinis naujumas, asmeninis indėlis, darbo rezultatų praktinė reikšmė, ginamieji teiginiai, aprašoma tyrimų metodika. Įvado pabaigoje pristatomos disertacijos tema autoriaus paskelbtos publikacijos ir pranešimai konferencijose bei disertacijos struktūra.

Pirmasis skyrius skirtas dalykinės srities modeliavimo metodų apžvalgai žinių turinio modeliavimo požiūriu. *Antrajame skyriuje* pateikiamas sukurtas dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodas, grindžiamas veiklos valdymo informacinėmis sąveikomis. Žinių turiniui aprašyti bei atnaujinti taikomas modifikuotas vertės grandinės ir elementaraus valdymo ciklo modelis. Sukurtas domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir žinių atnaujinimo kompiuterizuoto proceso modelis bei informacijos sistemos prototipas aprašomi *trečiame skyriuje*. *Ketvirtame skyriuje* pristatoma studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistema bei jos taikymo metodika. *Penktas skyrius* skirtas sukurtu dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo aprobacijai, pateikiami ir aptariami eksperimentinio tyrimo rezultatai. Kiekvieno skyriaus pabaigoje pateikiamas apibendrinimas ir formuluojamos išvados. Disertacijos pabaigoje pateikiamos bendrosios išvados, taip pat priedai.

Bendra disertacijos apimtis 177 puslapių (A4 formato), kuriuose pateikiama 13 lentelių ir 105 paveikslai. Rašant disertaciją naudotasi 214 literatūros šaltiniais. Bibliografinių nuorodų ir jų sąrašo sudarymui buvo pasirinkta metodika, kurios nurodymuose vadovaujamosi Lietuvos standartais LST ISO 690 ir LST ISO 690-2 [89] (minimuose standartuose apibūdinami bibliografinių nuorodų elementai, nustatoma jų pateikimo tvarka bei nuostatos, kaip pateikti informaciją, gautą iš šaltinio).

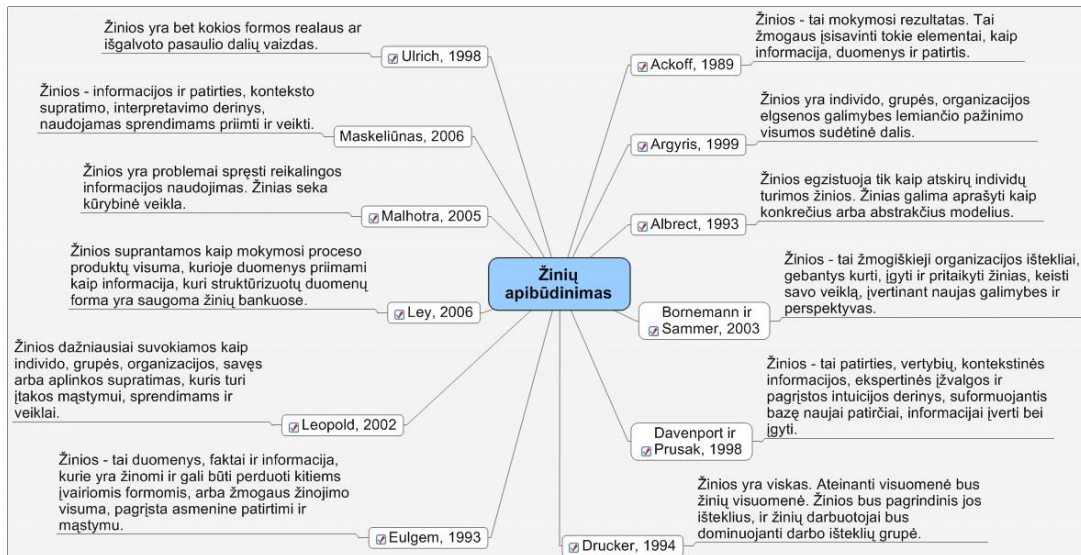
1. ESAMŲ DALYKINĖS SRITIES MODELIAVIMO METODŲ ANALIZĖ ŽINIŲ TURINIO MODELIAVIMO POŽIŪRIU

Pirmoje šio skyriaus dalyje atliekama dalykinės srities modeliavimo žinių valdymo aspektu analizė. *Antroje šio skyriaus dalyje* pateikiama dalykinės srities modeliavimo metodų analizė žinių turinio modeliavimo požiūriu. Detalizuoto vertės grandinės modelio (DVGGM) sudarymo principai aptariami *trečioje šio skyriaus dalyje*, vaizduojamos principinės valdomo veiklos proceso ir elementaraus valdymo ciklo (EVC) sandaros schemas, apibūdinamos valdymo funkcinės priklausomybės. Pateikiama kokybės vertinimo trikampio ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodų apžvalga bei išdėstomas metodo taikymo srities aprašymas.

1.1. Dalykinės srities modeliavimo žinių valdymo aspektu analizė

Žinių samprata. Žinių valdymas pradedamas nagrinėti nuo žinių apibrėžimo ir jo interpretavimo, plačiai aptariamo literatūroje. Daugelis mokslininkų žinias (angl. *knowledge*) suvokia ir apibrėžia panašiai, tačiau su tam tikra interpretacija. Tai suprantama, nes žinių sąvokos turinys platus, apima įvairias sritis, žinios naudojamos įvairia paskirtimi. Sudarytas koncepcinis žemėlapis (angl. *Concept Map*) (*Mindjet MindManager Pro™* priemonės aplinkoje [125]), kuriame susisteminta informacija apie įvairių mokslininkų žinių apibūdinimą, pateikiamas 1 paveiksle. Atidžiau panagrinėjus žinių apibūdinimų turinį pastebėtas dėsningumas – įvairiomis asociacijomis minimi keturi tokie objektai:

- individas (Ackoff [1], Albrecht [4], Argyris [5], Eulgem [53], Leopold [108]);
- darbuotojas (Bornemann ir Sammer [24], Drucker [48]);
- organizacija (Argyris [5], Bornemann ir Sammer [24], Leopold [108]);
- aplinka (Argyris [5], Davenport ir Prusak [40], Leopold [108], Maskeliūnas [119]).



1 pav. Žinių apibūdinimo koncepcinis žemėlapis (sudarytas autoriaus remiantis [1, 4, 5, 24, 40, 48, 53, 108, 110, 116, 119, 179] literatūros šaltiniais)

Žinių samprata yra sudėtinga ir daugiaprasmė. Žinias galima apibūdinti kaip „tikrovės pažinimo rezultatus, teikiančius žodinę ar simbolinę informaciją apie daiktus, reiškinius, jų savitarpio ryšius“ [184].

Nagrinėjant mūsų nagrinėjamos dalykinės srities (t. y. organizacinės sistemos) veiklą, šiame darbe žinių terminui apibūdinti artimi tokie apibrėžimai (žr. 1 pav.):

- „žinios – tai mokymosi rezultatas“ (pagal Ackoff [1]);
- „žinios suprantamos kaip mokymosi proceso produktų visuma, kurioje duomenys priimami kaip informacija, kuri struktūrizuotų duomenų forma yra saugoma žinių bankuose“ (pagal Ley [110]);
- „žinios – informacijos ir patirties, konteksto supratimo, interpretavimo derinys, naudojamas sprendimams priimti ir veikti“ (pagal Maskeliūną [119]).

Sudėtingiau yra bandyti žinias klasifikuoti, t. y. ieškoti tam tikrų požymių, leidžiančių sakyti, kad žinios gali būti arba yra nevienodos savo kilme, paskirtimi ar pan. Galima skirti du žinių tipus [92]:

- *konstatuojamosios žinios* (dalykinė informacija) – tai žinios apie ką nors;
- *procedūrinės žinios* (procesą skatinanti informacija) – tai

žinojimas, kaip ką nors padaryti.

Profesinio rengimo terminų aiškinamajame žodyne [104] sakoma, kad žinios yra „tam tikri faktai apie mus supantį pasaulį“, kurias galima skirti į:

- *objektyviosias* (mokslines);
- *subjektyviasias* (literatūrinės, estetinės atskiro žmogaus mintis).

Tame pačiame žodyne sakoma, kad žinios gali būti skiriamos į *teorines* ir *praktines procedūrinės*. *Teorinės žinios* – tai faktai apie rezultatus, ryšius, poveikius ir priklausomybes, kurios atspindi realybę. Jos gali būti deklaratyvios ir procedūrinės. *Praktinės procedūrinės žinios* yra euristinio pobūdžio – tai žinios apie metodus, planavimą, procesus ir atvejus. Čia pateikiamas ir profesinių žinių apibrėžimas, sakantis, kad tai „tam tikros profesijos veiklai paaiškinti reikalingų tikrovės pažinimo faktų, aplinkybių, priklausomybių ir apibendrinimų visuma“ [104].

Žinių valdymo samprata. Veiklos pertvarkymui reikia efektyvių veiklos žinių valdymo mechanizmų, kurie turi būti grindžiami informacijos technologijomis (toliau vadinama – IT). Literatūroje veiklos (organizacijos) yra grupuojamos į keletą rūšių [115, 116]:

- žinių reikalaujančios (angl. *knowledge intensive*);
- į žinias orientuotos (angl. *knowledge-centric*);
- žiniomis grįstos (angl. *knowledge-based*).

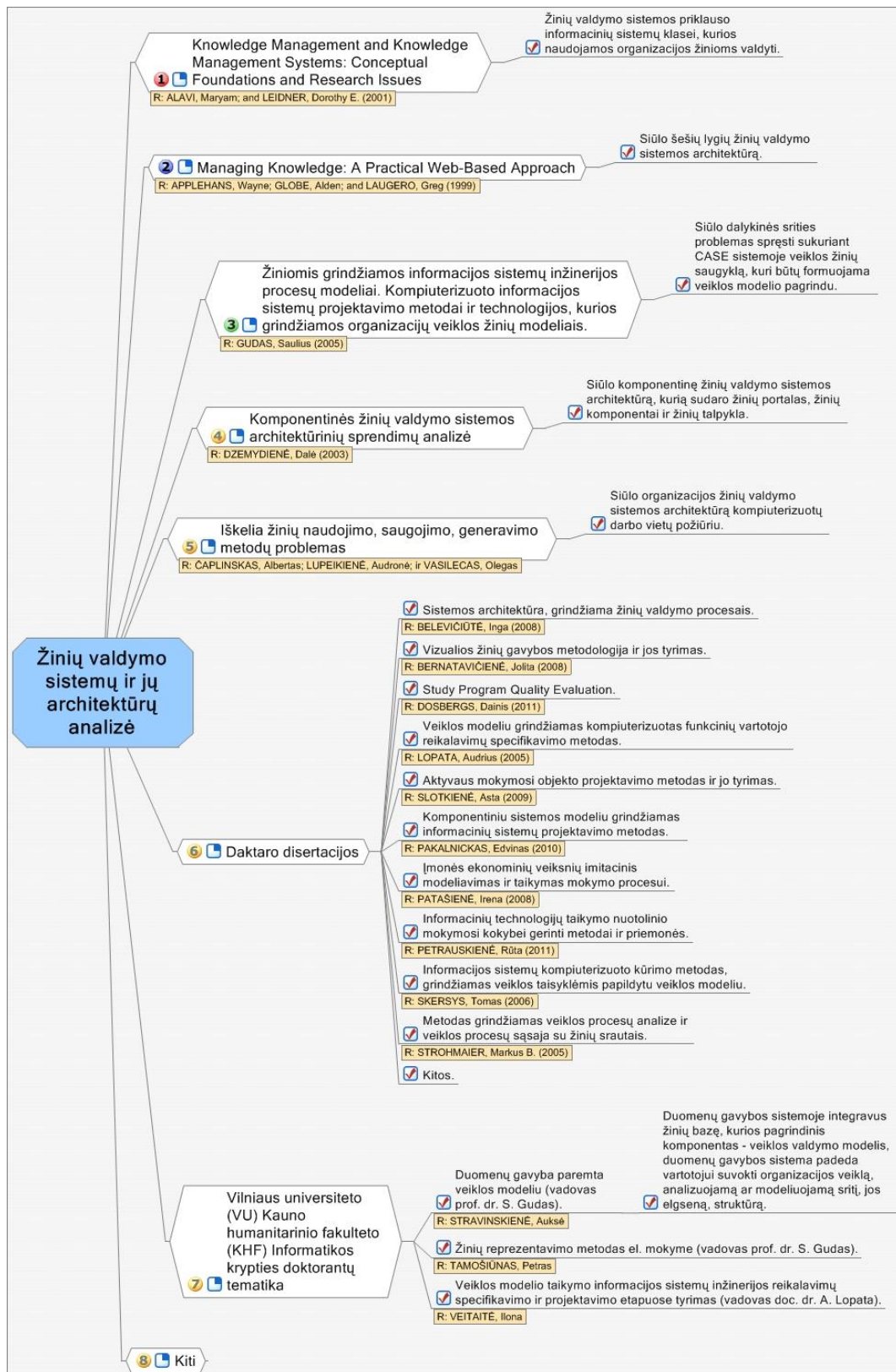
Remdamiesi Zack'o apibrėžimu [196], *žiniomis grįstą veiklą* apibrėžiama kaip tokią į žinias orientuotą veiklą, kurioje kompiuterizuota veiklos žinių bazė naudojama kaip integruotas veiklos valdymo ir vystymo įrankis. Pasak S. Maskeliūno [119], žinių bazė (angl. *Knowledge Base*) – žinių rinkinys, išreikštas naudojant tam tikrą formalią žinių vaizdavimo kalbą, žiniomis grindžiamos sistemos (angl. *Knowledge-based System*) dalis. Žinių bazėse taikomos svarbios žinių pavaizdavimo (angl. *knowledge representation*) schemas (pavyzdžiui, logika, taisyklės, asociatyviniai (semantiniai) tinklai, freimai (angl. *frames*)), kalbos (pavyzdžiui, FRL (angl. *Frame Representation Language*), KRL (angl. *Knowledge Representation Language*) [25]), kurios naudoja skirtingus būdus žinioms interpretuoti ir tinkamos skirtingiems

uždavinių tipams. Pavyzdžiui, tikslo freimas – formalus organizacijos tikslų aprašas, kuris apibrėžia organizacijos tikslų struktūrą valdymo proceso pagrindu, pavadintas organizacinės sistemos tikslo freimu [65]. Pavyzdžiui, dekomponavus globalų tikslą dviejų matavimų erdvėje (AG – *aggregation*, GE – *generalization*) gaunama studijų programos komponentų ir mokymosi pasiekimų tikslų struktūra „infrastruktūros-reikalavimai“, kurios bendras pavidalas pateikiamas 1 priede.

Žinių bazėje saugomos žinios galėtų būti panaudotos numatytų konkrečių taikomųjų sričių problemoms spręsti. Vadinasi, žinios yra būtinas veiklos modelio aspektas, siekiant transformuoti organizaciją *į žiniomis grįstą*. Veiklos modelio paskirtis – remiantis analizės rezultatais plėsti, pertvarkyti ar perprojektuoti organizacijos procesus pagal naujus veiklos poreikius ir tikslus [160]. Išanalizavus žinių valdymo teorijas ir procesus [3, 9, 115, 116], nustatyta, kad žinių valdymas apima keturis procesus: žinių kūrimą, žinių perdavimą, žinių saugojimą/paiešką, žinių naudojimą.

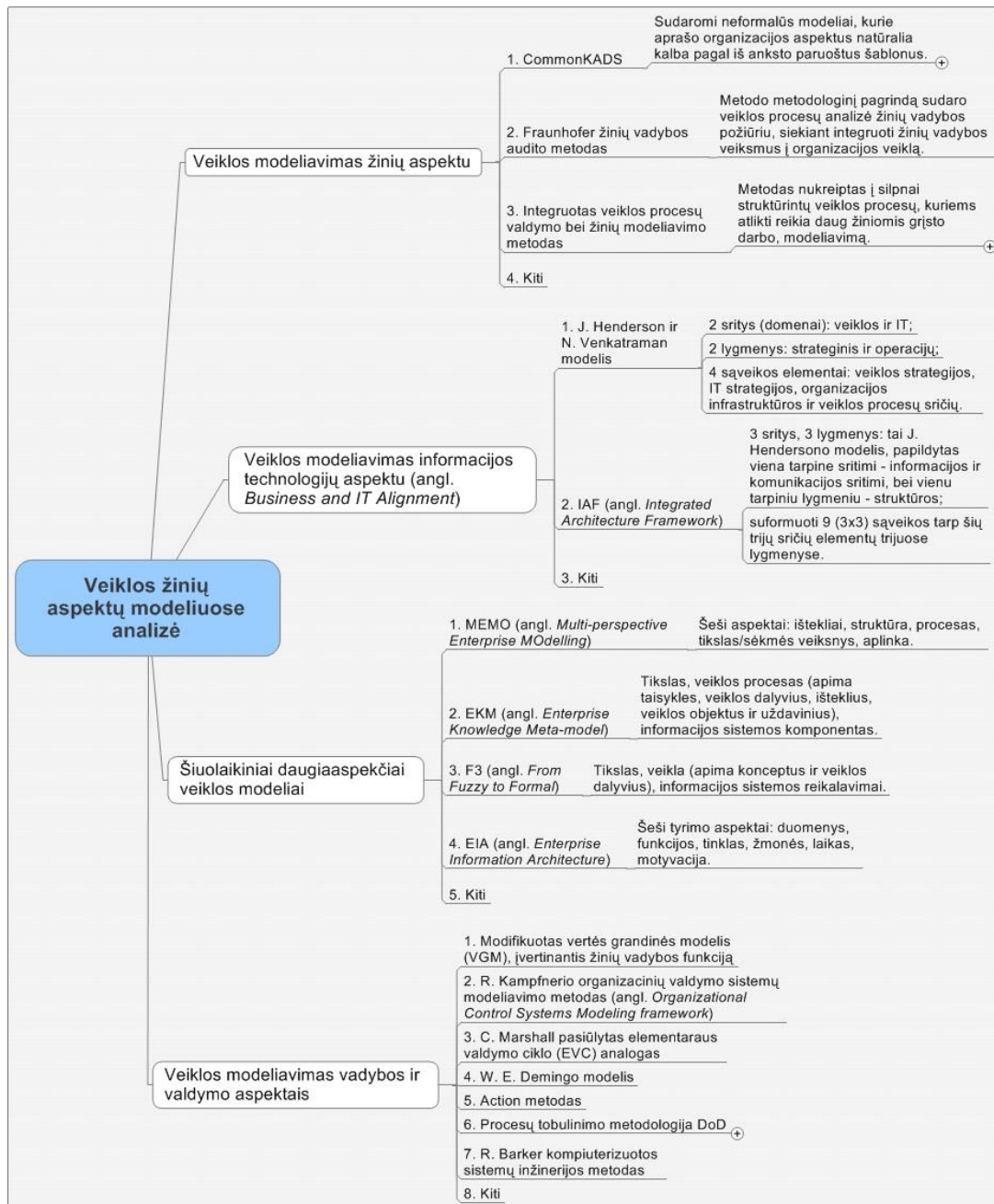
Žinių valdymo sistemų ir jų architektūrų analizė. Analizuojamos kitų tyrėjų veikaluose siūlomos žinių valdymo sistemų architektūros. Atsižvelgiant *į žinių valdymo* aspektą, autoriai siūlo įvairių žinių valdymo sistemų architektūrų (2 pav.).

Atidžiau panagrinėjus žinių apibūdinimo turinį, pavyzdžiui, I. Belevičiūtės disertacijoje [19], ryškėja, kad siūloma ir nagrinėjama trijų lygių žinių valdymo sistemos architektūra žinių valdymo procesų požiūriu: išteklių lygis (apima žinių bazes, rinkmenų sistemas, dokumentų saugyklas), žinių valdymo procesų lygis (žinių sukūrimas, žinių kaupimas/paieška, žinių perdavimas, žinių naudojimas), naudotojo sąsajos lygis (priklauso nuo naudotojo žinių valdymo sistemoje vaidmens). Pavyzdžiui, kitoje M. B. Strohmaier disertacijoje [165] sukurtas B-KIDE (angl. *Business Process Oriented Knowledge Infrastructure Development*) metodas ir kompiuterizuota priemonė veiklos žinių infrastruktūrai kurti. Šis metodas grindžiamas veiklos procesų analize ir veiklos procesų sąsaja su žinių srautais.



2 pav. Žinių valdymo sistemų ir jų architektūrų analizės koncepcinis žemėlapis (sudarytas autoriaus remiantis [3, 9, 19, 50, 139, 142, 145, 158, 164, 165] literatūros šaltiniais)

Žinių aspektai veiklos modeliuose. Sudarytas veiklos žinių aspektų modeliuose analizės koncepcinis žemėlapis iliustruojamas 3 paveiksle.



3 pav. Veiklos žinių aspektų modeliuose analizės koncepcinis žemėlapis (sudarytas autoriaus remiantis [14, 17, 26, 41, 56, 67, 68, 78, 114, 117, 141, 156, 168] literatūros šaltiniais)

Išnagrinėti veiklos žinių aspektai modeliuose (žr. 3 pav.):

- veiklos modeliavimas žinių aspektu;
- veiklos modeliavimas informacijos technologijų aspektu;

- *šiuolaikiniai daugiaaspekčiai įmonių veiklos modeliavimo metodai;*
- kiti.

Veiklos modeliavimas žinių aspektu bendriausia prasme žinių vadyba yra *veiklos valdymo funkcija*, kurios tikslas – identifikuoti ir analizuoti turimus ir trūkstamus organizacijos žinių išteklius bei su žiniomis susijusius procesus, taip pat planuoti ir kontroliuoti veiksmus, reikalingus žinių išteklių bei procesų plėtrai, kad būtų pasiekti organizacijos tikslai [67, 68]. Žinomi tokie veiklos modeliai: CommonKADS [156], Fraunhofer žinių vadybos audito metodas [14], integruotas veiklos procesų valdymo bei žinių modeliavimo metodas [141] ir kiti.

Veiklos modeliavimas informacijos technologijų aspektu: šiuolaikinėse organizacijose IT tampa strateginiu ištekliumi, integruotu organizacijos aspektu, lemiančiu organizacijų raidą, todėl veiklos sistemų atitikimas veiklos tikslams ir siekiams bei informacijos technologijų galimybių adekvatus panaudojimas yra viena svarbiausių veiklos sistemų kūrimo užduočių [68]. Priskiriamas J. Henderson ir N. Venkatraman modelis [78] ir kiti.

Šiuolaikiniai daugiaaspekčiai įmonių veiklos modeliavimo metodai (žr. 3 pav.) – MEMO [56], EKM [114], F3 [26], EIA [168] ir kiti – praplečia klasikinius metodus naujais veiklos elementais.

Veiklos modeliavimas vadybos ir valdymo aspektais: R. Kampfnerio [93] organizacinių valdymo sistemų modeliavimo metodas (angl. *Organizational Control Systems Modelling framework*), kuris leidžia organizacijos struktūrą aprašyti organizacijoje atliekamomis funkcijomis ir ryšiais tarp funkcijų. Metodas turi išskirtus informacinius procesus, kurie transformuoja informaciją arba manipuliuoja informacija, bei neinformacinius procesus, kurie naudoja informaciją. Toks informacinių ir neinformacinių veiklos aspektų atskyrimas ir jų sąveikos analizė leidžia geriau įvertinti IT poveikį veiklos pokyčiams. Elementaraus valdymo ciklo analogas aprašytas C. Marshall darbe [117].

Pagrindinis aprašytų būdų trūkumas yra tas, kad juose pernelyg pabrėžiami žinių vadybos proceso etapai, jų eiliškumas, tačiau nepakankamai dėmesio skiriama jų integravimui su veiklos procesais bei nepakankamas šių

būdų formalizuotas aprašymas.

1.2. Dalykinės srities modeliavimo metodų analizė žinių turinio modeliavimo požiūriu

Šiame poskyryje atliekama dalykinės srities modeliavimo metodų (modelių) lyginamoji analizė siekiant išrinkti patogiausią būdą žinių turiniui modeliuoti.

1.2.1. Veiklos procesų modeliavimo standartai

Veiklos procesų modeliavimas apima ne tik vidinius organizacijos procesus, bet ir išorinius organizacijos veiklos procesų modelius. Toliau trumpai analizuojami pagrindiniai veiklos modeliavimo standartai [54, 86].

Veiklos modeliavimo standartų elementai palyginti pagal CEN ENV 40003 standarto požiūrius – organizacijos, funkcinių, informacinių ir resursų. Daugiausiai organizacijos veiklos elementų leidžia specifikuoti ENV 40003 standartas, mažiausiai – WfMC (angl. *Workflow Management Coalition*) standartas. Visuose standartuose elementai *organizacijos vienetas*, *veiklos procesas*, *veikla* ir *santykis* vienodai apibrėžiami. Reikėtų pabrėžti, kad elementas *organizacinis vienetas* šiuose standartuose suprantamas kaip organizacinės struktūros elementas, atsakingas už veiklos procesų vykdymą, WfMC standarte jis apibrėžiamas kaip *vykdytojas*. Tokiu būdu, nepilnai sutampantys elementai yra *organizacijos objektas*, *įvykis* ir *resursai*.

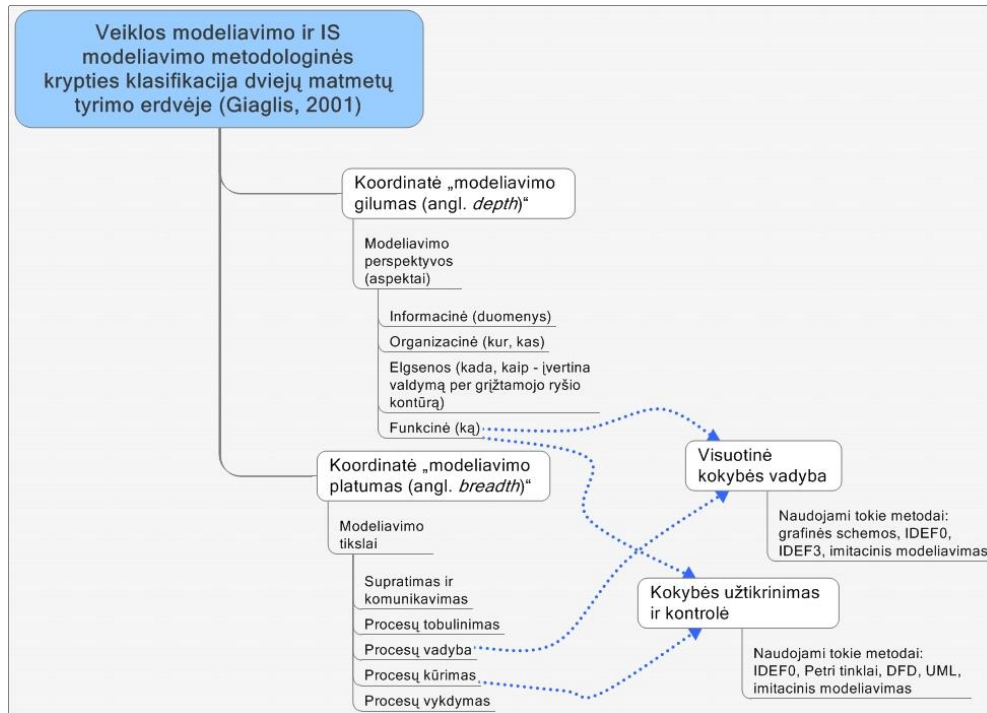
Veiklos modeliavimo standartų apibendrinimas. Veiklos modeliavimo metodai ir juos palaikantys įrankių rinkiniai iš esmės sprendžia bendrus uždavinius:

- siekia identifikuoti veiklos procesus, kurie bus tobulinami arba automatizuojami;
- specifikuoja kas bus veiklos sistemų dalyviai ir naudotojai.

1.2.2. Veiklos modeliavimo metodologinių krypčių klasifikacijos

Toliau pateikiamos veiklos procesų modeliavimo krypčių ir metodų,

siejamų su programinės įrangos bei IS kūrimu, klasifikacijos. Vienas iš bandymų klasifikuoti veiklos modeliavimo ir IS modeliavimo metodologines kryptis pateikiamas G. M. Giaglis darbe [59], kuriame klasifikacija sukurta dviejų matmenų (gilumas, platumas) tyrimo erdvėje [68] (4 pav.).

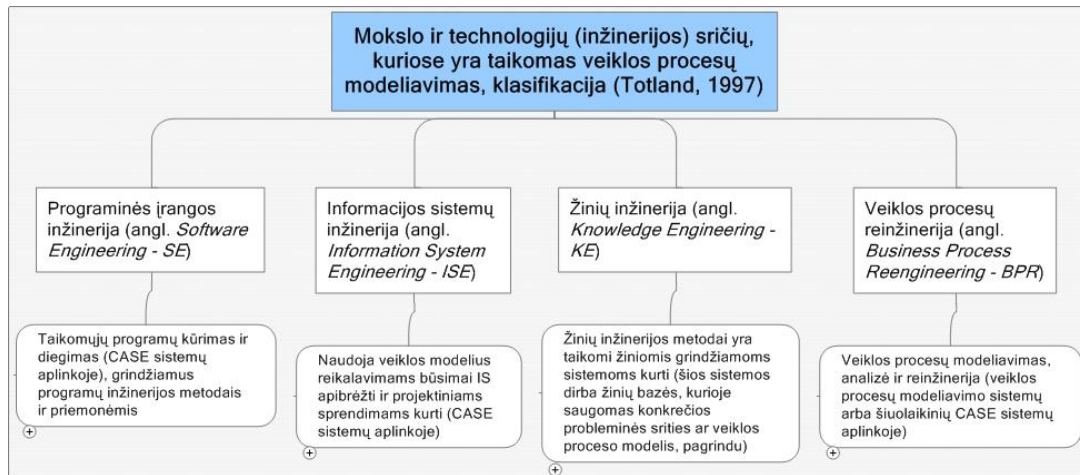


4 pav. Veiklos modeliavimo ir IS modeliavimo metodologinės krypties klasifikacijos dviejų matmenų tyrimo erdvėje koncepcinis žemėlapis

Modeliavimo praktinė paskirtis priklauso nuo koordinačių poros (tikslas, perspektyva) reikšmių. Pavyzdžiui, veiklos valdymo modeliavimo atžvilgiu įdomiausios yra koordinačių poros ir atitinkami metodai (žr. 4 pav.):

- (procesų kūrimas, funkcinė perspektyva) reiškia kokybės užtikrinimo ir kontrolės modeliavimą naudojant tokius metodus: IDEF0, Petri tinklus, DFD, UML, imitacinį modeliavimą;
- (procesų vadyba, funkcinė perspektyva) reiškia visuotinę kokybės vadybą naudojant tokius metodus: grafinės schemas, IDEF0, IDEF3, imitacinį modeliavimą;
- kitos.

Mokslo ir technologijų (inžinerijos) sričių, kuriose yra taikomas veiklos procesų modeliavimas, klasifikacija pateikta T. Totland darbe [176] (5 pav.).



5 pav. Mokslo ir technologijų (inžinerijos) sričių, kuriose yra taikomas veiklos procesų modeliavimas, klasifikacijos koncepcinis žemėlapis

Pasak S. Gudo [68], IS inžinerijos požiūriu šios keturios inžinerijos sritys (žr. 5 pav.) yra susijusios. Taigi šių skirtingų, tačiau susisiekančių inžinerijos sričių sąsajos pagrindas yra tiriamos srities (domeno) modelis – veiklos modelis [72]. Šis tyrimas apima veiklos modelius, taikomus šiose keturiose inžinerijos srityse, nes tai atitinka šiuolaikinės CASE technologijos plėtros tendencijas.

Tolesniame skyrelyje paaiškinami išorinio (empirinio) ir vidinio (žiniomis grindžiamo) veiklos modeliavimo skirtumai.

1.2.3. Išorinio ir vidinio dalykinės srities modeliavimo požiūriai: empiriniai ir žiniomis grindžiami modeliai

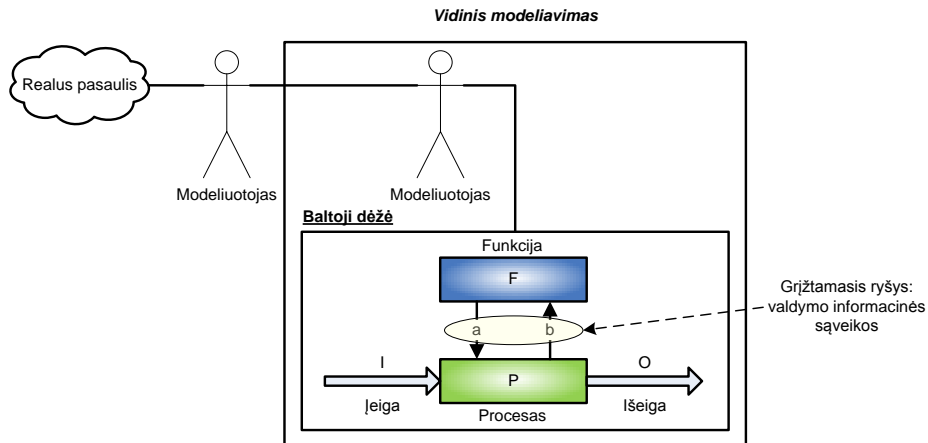
Pasak S. Gudo [68], kokybinis *išorinio modeliavimo* ir *vidinio modeliavimo* paradigmų skirtumas yra svarbus kuriant organizacijų veiklos valdymo modeliavimo metodą. Analizuojant sistemų modeliavimo metodologijas ir metodus, reikėtų skirti dvi modelių grupes [68]:

1. Modelius, kurie pavaizduoja *tiriamąjį objekto* stebėjimų rezultatus – analitiko surinktą ar eksperto pateiktą informaciją (faktus), gautą *išoriniu stebėjimu* (t. y. *empiriškai*). Šiuo atveju *tiriamasis objektas* analitikui yra „juodoji dėžė“, nes identifikuojami tik išoriniai pastebimi tiriamojo objekto elementai: įvardijami procesai ar

funkcijos, materialūs srautai, informaciniai srautai, objekto struktūros elementai ir jų ryšiai. Taip sudaryti modeliai vadinami *empiriniais modeliais*. *Empiriniai modeliai* gali būti užrašomi (pavaizduojami) naudojant standartines notacijas ar kalbas.

2. Modelius, kurie aprašo moksliniu pagrindu patikrintus *tiriamąjį objekto* stebėjimų rezultatus, – pavaizduoja analitiko surinktą ar eksperto pateiktą informaciją, sutvarkytą pagal formalius ar formalizuotus reikalavimus modelio sandarai. Šios rūšies modeliai yra *žiniomis grindžiami modeliai*, nes pavaizduoja analitiko surinktą ar eksperto pateiktą informaciją (faktus). Modeliuodamas analitikas naudoja iš anksto sukauptas žinias, todėl tokius modelius galima vadinti *žiniomis grindžiamais modeliais*. Šiuo atveju tiriamasis objektas analitikui yra „baltoji dėžė“, nes identifikuojami išoriškai nepastebimi vidiniai tiriamojo objekto elementai ir jų sąveikos. Iš anksto sukauptų žinių apie tyrimo objekto sandaros ir elgsenos dėsningumus naudojimas modeliuojant vadinamas *vidiniu stebėjimu*, o modeliavimas procesas – *vidiniu modeliavimu* (kitai – *žiniomis grindžiamu modeliavimu*).

Toliau analizuojant dalykinės srities modeliavimo metodus (notacijas, kalbas), svarbu skirti dvi modeliavimo paradigmas: *išorinį modeliavimą* ir *vidinį modeliavimą*. Anot S. Gudo [67], *išoriniam modeliavimui* priskiriami metodai, kuriais siekiama dalykinės srities struktūros ir elgsenos stebėjimų rezultatus susisteminti bei pavaizduoti pagal pasirinktos notacijos taisykles. Principinė *vidinio modeliavimo* schema [68], kuri atskleidžia valdymo informacinės sąveikas, pateikiama 6 paveiksle.



6 pav. Principinė vidinio veiklos valdymo modeliavimo schema

Žinių inžinerijos metodai yra taikomi *žiniomis grindžiamoms sistemoms* kurti. Šios sistemos dirba žinių bazės, kurioje saugomas konkrečios probleminės srities (t. y. veiklos proceso) modelis, pagrindu [67, 68]. Kuriant *žiniomis grindžiamas* informacijos sistemos (toliau vadinama – IS) inžinerijos metodus būtinas vidinis požiūris į veiklos procesų modeliavimą, kuris turi remtis vidine veiklos procesų logika – priežastiniais veiklos procesų ryšiais, t. y. būtinomis ir pakankamomis veiklos elementų (materialių procesų, informacinių procesų ir struktūrinių informacijos vienetų veiklos tikslų) dedamosiomis ir jų sąveika. *Žiniomis grindžiamo modeliavimo* atžvilgiu svarbūs tokie veiklos modeliavimo metodai, kurie formalizuotai aprašo tiriamo domeno savybes, formalizuoja veiklos srities pavaizdavimą, paskui panaudoja tokį formalizuotą modelį gautam konkrečios veiklos srities modeliavimo rezultatui verifikuoti [67].

1.2.4. Dalykinės srities modeliavimo metodų (modelių) lyginamoji analizė

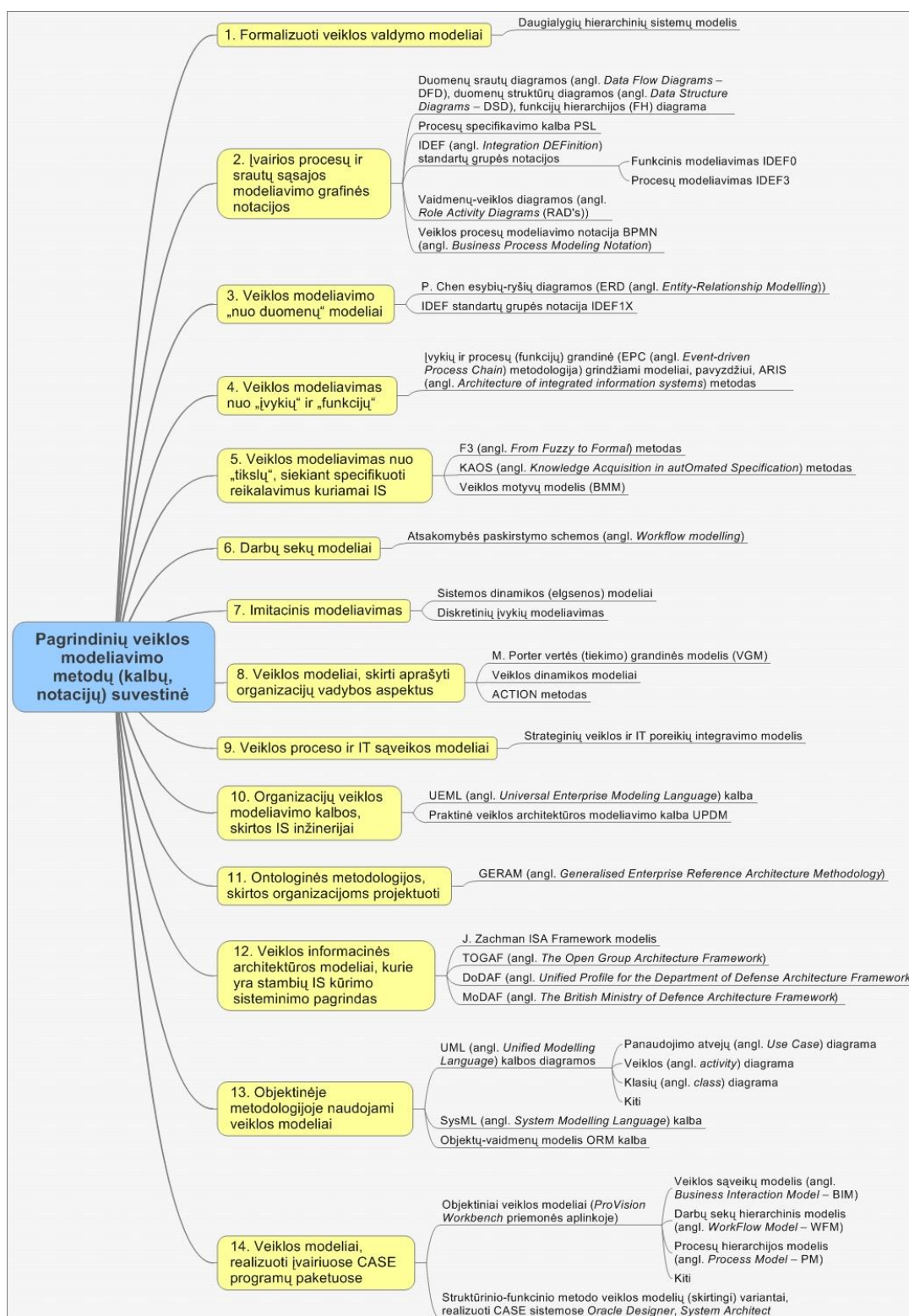
Sukurta daug veiklos modeliavimo metodologijų ir metodų, susiformavo atskira mokslinių tyrimų sritis, vadinama *veiklos modeliavimu* (angl. *Enterprise Modelling*). Veiklos procesų modeliavimas (angl. *Business Process Modelling*) remiasi veiklos procesų projektavimu ir įgyvendinimu [59]. Kiekvienas veiklos modeliavimo metodas grindžiamas tam tikra metodologija – *veiklos modeliavimo* požiūriu. Veiklos modeliavimas naudoja aprašomojo pobūdžio (grafinių) modelių rinkinius, kurie aprašo *veiklos procesą* taip, kad

atitinka valdymo proceso reikalavimus ir yra palaikomi per savo gyvavimo ciklą [68].

Organizacinių sistemų sandara nagrinėjama ir modeliuojama „veiklos informacinės architektūros“ (angl. *Enterprise information architecture*) tyrimų krypties moksliniuose darbuose, sukurta nemažai organizacinių sistemų architektūros modelių: GERAM (angl. *Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology*) [87], DoDAF (angl. *Unified Profile for the Department of Defense Architecture Framework*) [97, 124, 126, 181], MoDAF (angl. *The British Ministry of Defence Architecture Framework*) [121, 134, 182], ARIS (angl. *Architecture of integrated information systems*) [154], ISRUP (angl. *Information Systems based on RUP (Rational Unified Process)*) [77], C4ISR (angl. *concept of Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*) [109], UEMML (angl. *Unified Enterprise Modelling Language*) [155, 183, 187]). Skirtingi autoriai pateikia įvairius organizacinių sistemų sandaros modelius, kurie identifikuoja keletą skirtingų veiklos aspektų (J. Zachman [33, 91, 140, 159, 185, 190, 193, 194, 195]).

Veiklos modelių tipai skirstomi į: veiklos procesų modelius, duomenų srautų modelius, veiklos tikslų modelius, valdymo srautų modelius, veiklos valdymo procesų modelius, žinių valdymo procesus. Plačiai žinomi veiklos modeliavimo būdai yra struktūrinis-funkcinis modeliavimas (duomenų srautų diagramų DFD pagrindu), veiklos procesų modeliavimo kalbos UML, BPMN notacijos, standartų rinkinys IDEF, veiklos architektūros modeliavimo kalba UPDM. Žinomos veiklos modeliavimo metodologijos CIMOSA, GERA, EPC, DODAF, MoDAF, MDA, standartai (ISO 14258, ISO 15704) [127]. Tačiau tarp šių veiklos modeliavimo metodologijų ir metodų reta tokių, kurie modeliuotų veiklą valdymo aspektu – veiklos valdymo informacinius komponentus ir jų sąveiką. Todėl reikia išrinkti patogiausią būdą valdymo veiklai modeliuoti. Siekiant iškelto tikslo buvo išnagrinėti analogiški modeliai, atliktas išsamus jų palyginimas. Remiantis atlikta dalykinės srities modeliavimo metodų (kalbų, notacijų) analize, sudarytas koncepcinis

žemėlapis, leidžiantis susisteminti šių metodų įvairovę (7 pav.).



7 pav. Dalykinės srities modeliavimo metodų (kalbų, notacijų) koncepcinis žemėlapis (sudaryta autoriaus remiantis [31, 59, 68, 78, 122, 124, 134, 135, 136, 146, 154, 161, 162, 182, 193, 194, 205, 211, 212] literatūros šaltiniais)

Ir struktūrinėje, ir objektinėje IS kūrimo technologijose sudaromas kompiuterizuojamos organizacijos veiklos modelis. Veiklos modelio paskirtis yra aprašyti materialių srautų ir duomenų srautų transformacijas sistemoje [64].

1970-jų pabaigoje Chris Gane ir Trish Sarson sukūrė grafiniais modeliais – duomenų srautų diagramomis pagrįstą sistemų analizės būdą. Jų metodika naudojama dar ir šiomis dienomis kaip vienas populiariausių metodų struktūrinėje-funkcinėje analizėje ir sistemų projektuose. Klasikiniu tapęs terminas „Data Flow Diagrams“ (DFD) į lietuvių kalbą verčiamas „duomenų srautų diagramos“ [65]. Jos skirtos veiklos sričiai apibrėžti, t. y. sistemos funkcijoms (procesams) ir jų sąveikoms (technologiniams ir duomenų srautams) vaizduoti [64]. Duomenų srautų diagramos (angl. *Data Flow Diagrams* – DFD) yra sudaromos naudojant struktūrinę-funkcinę informacijos sistemų kūrimo technologiją, jos aprašo tiriamos organizacijos veiklą kaip duomenų judėjimą ir transformacijas. IDEF (angl. *Integration DEFinition*) metodas, kuris aprašo kiekvieno veiklos proceso scenarijus ir operacijų vykdymo eigą. ARIS EPC (angl. *Event Driven Process Chain*) – įvykiais grindžiamas procesų modeliavimo metodas, kuris leidžia aprašyti organizaciją skirtingais aspektais ir nustatyti skirtingų modelių ryšį [202]. Unifikuota modeliavimo UML (angl. *Unified Modelling Language*) kalba yra vizualaus modeliavimo standartas, prižiūrimas „Objektų valdymo grupės“ (OMG) konsorciumu [136]. Unifikuota modeliavimo kalba (UML) nuosekliai įgyvendina modeliais grindžiamą sistemų inžinerijos (angl. *Model Based Systems Engineering* – MBSE) metodiką, leidžiančią kurti modelius visiems kūrimo proceso lygmenims, t. y. operacinius, sistemos ir atskirų komponentų modelius [13, 144, 213]. Dauguma CASE (angl. *Computer-Aided Systems Engineering*) priemonių, įgyvendinančių MBSE metodikos palaikymą, orientuotos į objektines modeliavimo kalbas [120, 122]. Šiandien vizualaus modeliavimo kalbos ir jas įgyvendinančios CASE priemonės suteikia programų bei sistemų inžinieriams galimybę pereiti nuo į dokumentacijos tvarkymą orientuoto prie programinės įrangos kūrimo architektūros (angl. *Model Driven Architecture* – MDA) [55, 57, 96, 161]. BPMN (angl. *Business*

Process Modelling Notation) – palyginti naujas grafinis verslo procesų specifikavimo standartas, sukurtas specialiai verslo procesams modeliuoti [137]. Vertės grandinės modelis (VGM) yra organizacijos veiklos modelis, kurio esmė – pagrindinių veiklos procesų bei veiklos valdymo sąveika [146].

Pirminė dalykinės srities modeliavimo metodų analizės suvestinė pateikiama 1 lentelėje.

1 lentelė. Pirminė dalykinės srities modeliavimo metodų analizės suvestinė

Metodų grupė	Veiklos modeliavimo metodas (notacija)	Pagrindiniai veiklos modelio elementai
Empiriniai veiklos modeliavimo metodai	Duomenų srautų diagrama DFD [64, 65]	Išorinės esybės (materialus objektas arba fizinis asmuo) – atlieka šaltinio arba informacijos gavėjo vaidmenį; duomenų saugyklos, procesai, duomenų srautai.
	Grafinis veiklos funkcijų modeliavimo metodas IDEF0 [212]	Įvestis (ištekliai: materialūs, informaciniai), įrengimai (žmogus, automatizuota sistema), funkcijos (veiklos), procesas (su valdymo srautu), išeiga (objektai: materialūs, informaciniai), sąryšio lankai.
	Įvykių procesų grandinė EPC (ARIS metodas) [202, 205]	Įvykis, funkcija (procesas, darbas), informacijos objektas (esybė), vykdytojas, dokumentas, organizacinis vienetas (padalinys), taikomoji sistema, valdymo srautas.
	UML požiūris [115]	Aktorius, panaudojimo atvejis, veikla, būseną, objektas ir kiti.
	Grafinė verslo procesų specifikavimo notacija BPMN [137]	Įvykiai, procesai (subprocesai), užduotys, vartai (sprendimo priėmimas), srautų sekos ir pranešimų srautai, konteineriai ir takeliai, duomenų objektai.
Žiniomis grindžiami modeliavimo metodai	Vertės grandinės modelis (VGM) [146]	Veiklos (valdymo) funkcija, veiklos procesas, informacinis srautas, materialus srautas, atributai.
	Detalizuotas VGM [67, 68]	Veiklos (valdymo) funkcija, veiklos procesas, informacinis srautas, materialus srautas, atributai, veiklos tikslas, interpretavimas, duomenų apdorojimas, sprendimo priėmimas, sprendimo realizavimas.

Palyginus šiuolaikinius dalykinės srities modeliavimo metodus (kalbas, notacijas), ryškėja, kad organizacijos veiklos modeliavimui reikia parinkti pajėgias metodikas, nes turi būti užtikrinta galimybė modeliuoti visas reikalingas struktūras. Tam gali būti sėkmingai panaudotas minėtas sukurtas koncepcinis žemėlapis (žr. 7 pav.), kuriame atvaizduota pradinė ir susisteminta informacija bei pateiktos nuorodos į visus kitus reikalingus apie veiklos

modeliavimo metodų šaltinius.

Kadangi tema susijusi su veiklos valdymo modeliais, tai detaliau nagrinėjami veiklos procesų modeliai – šie modeliai aprašo organizacijos veiklą iš valdymo teorijos pozicijų – kaip *valdomojo objekto* ir *valdančiosios sistemos* sąveiką per *grįžtamojo ryšio kontūrą*. Kiekviena atskira *veiklos funkcija* taip pat turi tenkinti valdymo teorijos reikalavimus – *veiklos funkcija* yra valdoma, jei *veiklos funkcijos* etapai sudaro *grįžtamojo ryšio kontūrą* [64]. Veiklos valdymo modeliai taip pat klasifikuojami ir pagal modelių panaudojimo tikslą. Šiuo aspektu jie skirstomi į realybės modeliavimą, analizę ir imitacinį modeliavimą, bet šioje disertacijoje aktualiausia – *veiklos modelių taikymą dalykinės srities žinių valdyme*.

IS inžinerijai reikalingas *veiklos valdymo modeliavimo metodas*, t. y. toks *žiniomis grindžiamas veiklos modeliavimo metodas*, kuris analizuojamoje veiklos srityje identifikuoja informacinės organizacinės sistemos veiklos valdymo sąveikas [59, 66, 68]:

1. Tris veiklos sistemos komponentus: *veiklos valdymo funkcija*, *veiklos procesas* ir *veiklos tikslas*.
2. *Veiklos valdymo funkcijas* ir *veiklos procesus* kaip skirtingos prigimties (kokybės) veiklą.
3. Konkrečių *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* sąveikų aibę.
4. Informacinius elementus (duomenis, žinias, tikslus), būtinus realizuojant kiekvienos *veiklos valdymo funkcijos* ir kiekvieno *veiklos proceso* sąveikas.

Atlikta dalykinės srities modeliavimo metodų analizė leidžia padaryti tokias išvadas apie *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* ypatumus. Veiklos modeliuose turi būti skiriamos sąvokos (konceptai) „veiklos procesas“ ir „veiklos funkcija“, kuriuos reiškia kokybiškai skirtingus dalykus: materialią veiklą (*veiklos procesus*) ir informacinę valdymo veiklą (*veiklos valdymo funkcija*). Valdymo teorijos atžvilgiu „veiklos procesas“ yra apibendrinamas kaip *valdomasis objektas* (VO), o „veiklos valdymo funkcija“ – kaip

valdančioji sistema (VS). Sąvokos „veiklos tikslas“ modeliavimo būtinumas organizacinių sistemų veiklos valdymo teorijos atžvilgiu yra visuotinai pripažintas – „veiklos tikslingumas“ yra esminė organizacinių sistemų savybė [132, 175]. Veikla, veiklos procesai, veikos funkcijos, atributai, veiklos tikslai, organizacinė struktūra, sprendimo priėmimo procesas, technologiniai procesai ir jų valdymas, valdymo procesų modeliavimas – tai svarbūs aspektai veiklos valdymo atžvilgiu [67]. Todėl veiklos modeliavimo metodų palyginimas atspindi kuriamo metodo siekinius.

Atsižvelgiant į išvardintus *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* ypatumus, dalykinės srities modeliavimo metodų komponentų (elementų) suvestinė pateikiama 2 lentelėje, kurioje parodoma, kokius veiklos srities komponentus identifikuoja kiekvienas modelis.

2 lentelė. Dalykinės srities modeliavimo metodų komponentų (elementų) suvestinė

Veiklos komponentai (elementai)	DFD	IDEF (IDEF0)	ARIS (EPC)	Objektinis požiūris, UML	BPMN	VGM	Detalizuotas VGM
Veiklos valdymo funkcija	-/+	+	+	-	-	+	+
Veiklos procesas	-/+	+	+	-/+	+	+	+
Informacinis srautas	+	+	+	+	+	+	+
Materialus srautas	+	-	+	-	-	+	+
Objektas	+	-	+	+	+	-	-
Saugykla	+	-	-	-	-	-	-
Aktorius	-	-	+	+	-	-	-
Veiklos uždavinys	-	-	-	+	-/+	-	-
Įvykis	-	-	+	+	+	-	-
Veikla/veiksmas	-	-	-	+	+	-	-
Būsena	-	-	-	+	-	-	-
Sprendimo taškas/ valdymo srautas/ jungtis	-	-	+	+	+	-	-
Konteineris ir sritis (takelis)/ juosta	-	-	-	-/+	+	-	-
Veiklos tikslas	-	-	-	-	-	-	+

Veiklos komponentai (elementai)	DFD	IDEF (IDEF0)	ARIS (EPC)	Objektinis požiūris, UML	BPMN	VGM	Detalizuotas VGM
Įeiga	+	+	+	-	+	+	+
Išeiga	+	+	+	-	+	+	+
Interpretavimas	-	-	-	-	-	-	+
Duomenų apdorojimas	-	-	-	-	-	-	+
Sprendimo priėmimas	-	-	-	-	-	-	+
Sprendimo realizavimas	-	-	-	-	-	-	+
Valdymo taisyklės	-	+	-	-	-	-	+
Atributai	-	-	-	+	-	+	+
-/+ sąvoka griežtai neapibrėžta (yra empirinis apibūdinimas notacijoje)							

Nagrinėjant išskirtus dalykinės srities modeliavimo metodus (notacijas, kalbas) veiklos valdymo aspektu aiškėja, kad tik nedaugelis metodų įvertina veiklos valdymo informacinės sąveikas, kurios teoriniu atžvilgiu būtinos veiklai valdyti. Reikėtų pabrėžti, kad IS inžinerijoje naudojami tradiciniai veiklos modeliavimo metodai (IDEF, DFD ir kiti) neapima svarbių socialinių ir technologinių organizacijos veiklos aspektų, tokių kaip organizacijos strategija, ir jos sąveikos su struktūra, veiklos dalyviais, organizacijos infrastruktūra [32]. Taip pat klasikiniai ir žinomi pažangesni veiklos modeliavimo metodai, kurie realizuoti veiklos modeliavimo bei CASE įrankiais, neturi priemonių, leidžiančių modeliuoti veiklą žinių aspektu.

Analizuotų požiūrių (metodologijų) trūkumai: veikla modeliuojama kaip procesų ir (ar) duomenų srautas, procesas aprašo vieną atskirą veiklą (vadinamąją „procesu“ ar „funkcija“) arba jų grupę, visi reikalavimai ir apribojimai modeliuojamos veiklos (procesų, funkcijų) sekai (veiklos realizavimo logikai) lieka už modeliavimo metodo ribų [68]. Toks modeliavimo būdas reiškia, kad veiklos eiga modeliuojama empiriškai.

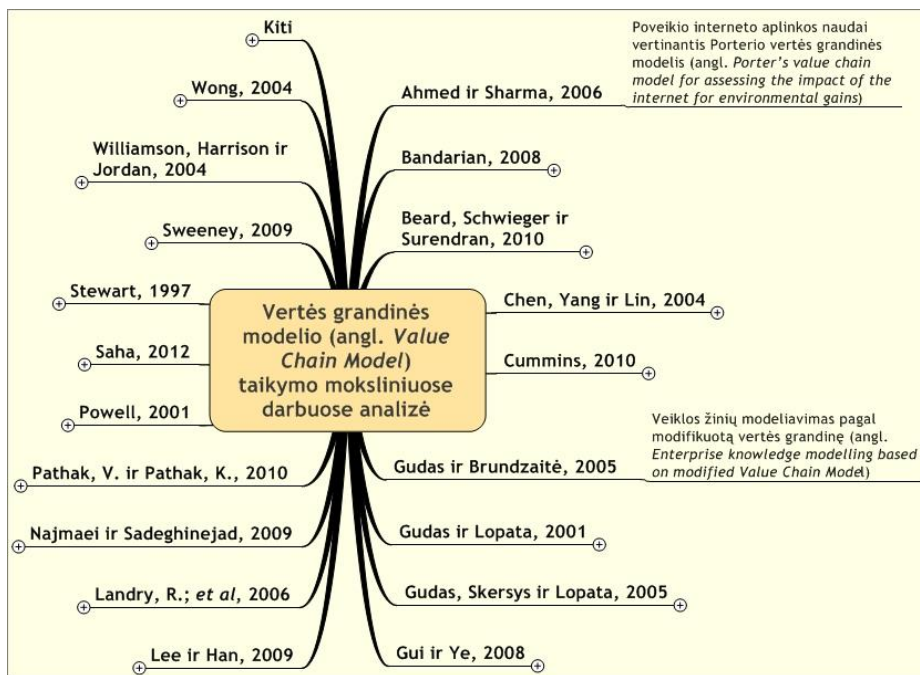
Paminėtas veiklos modeliavimo metodas, kuris faktiškai skiria sąvokas (konceptus) „veiklos valdymo funkcija“ ir „veiklos procesas“, apibrėžia juos kaip skirtingus prigimties veiklos rūšis (kokybiškai skirtingas veiklas), tai detalizuotas VGM [66].

1.3. Veiklos valdymo informacinių sąveikų modelis

Pateikiant šiame poskyryje veiklos valdymo informacinių sąveikų modelį, remtasi sąvokomis „veiklos valdymo funkcija“, „veiklos procesas“, „informacinis grįžtamasis ryšys“, „valdomas procesas“, „elementarus valdymo ciklas“, „valdymo funkcinė priklausomybė“ ir kitomis.

1.3.1. Detalizuoto vertės grandinės modelio sudarymo principai

Praktinei organizacijų veiklos analizei taikomas M. Porterio [146] vertės grandinės modelis (angl. *Value Chain Model*) (toliau vadinamas – VGM), kuris buvo taikomas darbuose [2, 15, 18, 30, 34, 69, 71, 73, 74, 106, 108, 130, 143, 148, 153, 163, 169, 191, 192]. Informacijai apie vertės grandinės modelio (VGM) taikymą moksliniuose darbuose susisteminti sudarytas koncepcinis žemėlapis (8 pav.).



8 pav. Vertės grandinės modelio taikymo moksliniuose darbuose analizės koncepcinis žemėlapis

Koncepciniame žemėlapyje (žr. 8 pav.) pavaizduotos VGM taikymo pavyzdžiai moksliniuose darbuose (kiti atliktos analizės pavyzdžiai gali būti išskleisti paspaudus pliuso ženklą sukurtame koncepciniame žemėlapyje *Mindjet MindManagerTM* priemonės aplinkoje):

- poveikio interneto aplinkos naudai vertinantis Porterio vertės grandinės modelis (angl. *Porter's value chain model for assessing the impact of the internet for environmental gains*) [2];
- veiklos žinių modeliavimas pagal modifikuotą vertės grandinę (angl. *Enterprise knowledge modelling based on modified Value Chain Model*) [69];
- kiti.

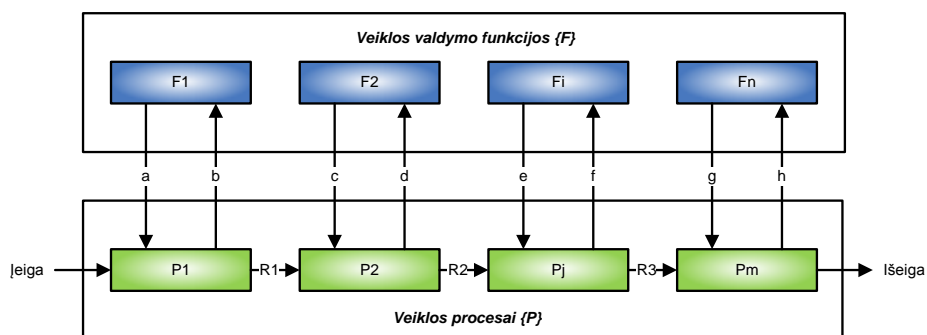
VGM atvaizduoja esamu momentu funkcionuojančias veiklas (*procesus* ir *funkcijas*) bei ryšius tarp jų. VGM yra apibendrintas struktūrinis veiklos modelis [147], kurį sudaro:

- pirminės veiklos rūšys (angl. *primary activities*) – veiklos procesai;
- pagalbinės veiklos rūšys (angl. *support activities*) – veiklos valdymo funkcijos.

VGM *veiklos procesai* ir *veiklos valdymo funkcijos* žymi kokybiškai skirtingus dalykus:

- *procesai* tiesiogiai formuoja veiklos produktą (materialių srautų transformavimas);
- *funkcijos* valdo veiklos produkto formavimą, visus procesų etapus (informacinių srautų transformavimas).

Detalizuotas vertės grandinės modelis (toliau vadinamas – DVGM) kaip *valdymo funkcijų* F ir *veiklos procesų* P sankirta $\{F \times P\}$ vaizduojamas 9 paveiksle, čia F_i – *veiklos valdymo funkcijos* (informacijos transformavimo veiklos); P_j – *veiklos procesai* (materialių srautų transformavimo veikla). Valdymo požiūriu VGM yra *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* $\{F_i \times P_j\}$ aibė, kai sudarytas informacinis grįžtamasis *veiklos valdymo funkcijos* F_i ir *veiklos proceso* P_j ryšys, kuris perduoda veiklą apibūdinančius duomenis (atributus) *veiklos valdymo funkcijai* ir grąžina valdymo sprendimus *veiklos procesui* nukreipti. *Veiklos valdymo funkcija* transformuoja veiklą apibūdinančius duomenis pagal jai keliamus tikslinius reikalavimus (veiklos valdymo taisykles) ir suformuoja tikslinius valdymo sprendimus [71].



9 pav. Detalizuotas vertės grandinės modelis (DVGM), identifikuojantis veiklos valdymo funkcijų ir veiklos procesų sankirtų visumą $\{F_i \times P_j\}$, kai yra informacinis grįžtamasis F_i ir P_j ryšys

Formalizuotas DVGM leidžia identifikuoti bei atskirti du kokybiškai skirtingos prigimties veiklos modelių konceptus *veiklos (valdymo) funkcija* ir *veiklos procesas*, susieti juos su valdymui reikalinga informacija (duomenimis). DVGM taip pat įvertina *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* hierarchines struktūras, leidžia apibrėžti konkrečių *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* sąveiką kiekviename hierarchijos lygmenyje ir informacinį šios sąveikos turinį – įvardyti perduodamus duomenis (atributus) [68].

Formalus DVGM aprašas atskleidžia *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* atskyrimo naudą bei informacinių poreikių identifikavimo metodo principus [71]. Tam tikros *veiklos valdymo funkcijos* F_i ir konkretaus *veiklos proceso* P_j sąveika $(F_i \times P_j)$ reiškia *proceso* P_j valdymą pagal *funkcijos* F_i reikalavimus (metodą, algoritmą). DVGM atskleidžia visas organizacijos *veiklos valdymo funkcijas* (ir jų hierarchinius komponentus), *veiklos procesus* (ir jų hierarchijos komponentus), galimą *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* sąveiką, susietą su reikalingais informaciniais atributais [67].

Galimą *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* sąveiką kiekvienu hierarchijos lygmeniu aprašo dekartinės sandaugos, pavyzdžiui:

$$\text{pirmasis DVGM lygmuo} - \{(F_1 \times P_1), (F_1 \times P_2), \dots, (F_1 \times P_m), \dots, (F_n \times P_1), \dots, (F_n \times P_m)\} \quad (1)$$

Analogiškai dekartinėmis sandaugomis aprašoma ir kitų veiklos valdymo

hierarchijos lygmenų *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* sąveika. Bendru atveju *veiklos valdymo funkcijos* F_i ($i = 1, n$) sąveikauja (valdo) visus *veiklos procesus* P_j ($j = 1, m$).

VGM sudarančios *veiklos valdymo funkcijos* ir *veiklos procesai* yra sudėtiniai, juos galima dekomponuoti, sudaryti hierarchines *veiklos valdymo funkcijų* $\{F\}$ ir *veiklos procesų* $\{P\}$ struktūras. Taip, įvertinant hierarchines *veiklos valdymo funkcijų* $\{F\}$ ir *veiklos procesų* $\{P\}$ struktūras, galima sukurti detalizuotą vertės grandinės modelį (DVGM), kuris atskleidžia:

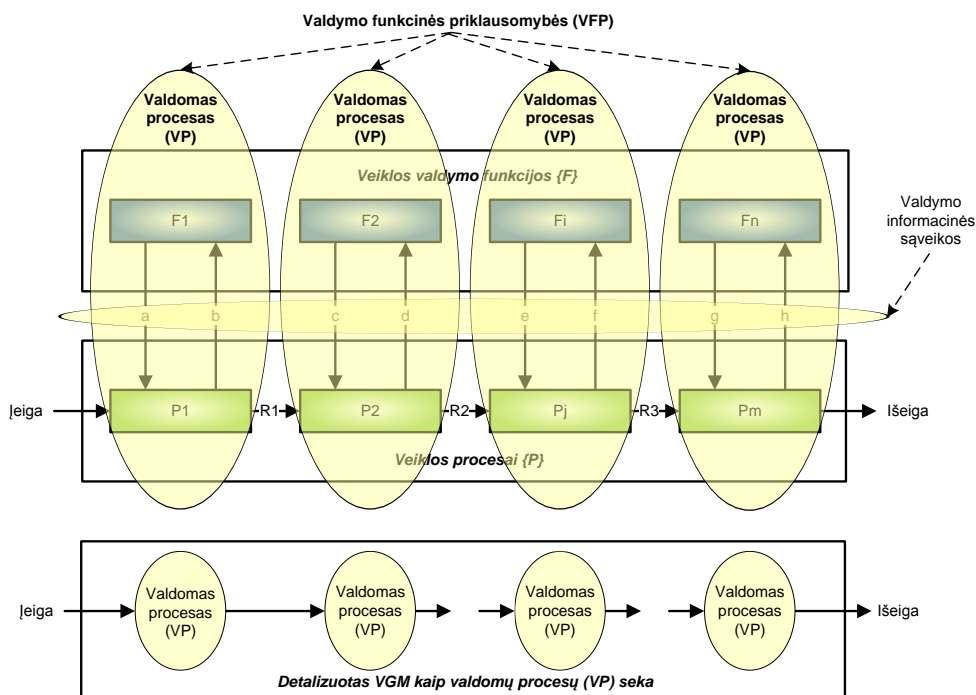
- funkcijų hierarchiją – visas veikiančias funkcijas, subfunkcijas;
- procesų hierarchiją – veiklos procesus bei veiklos procesų etapus ir jų tarpusavio sąveikas.

Organizacinės sistemos *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* dekomponavimą galima tęsti iki reikiamo *veiklos valdymo funkcijos* detalumo lygmens. Apatinis detalumo lygmuo sietinas su konkrečia darbo vieta (pareigybe) – konkrečiu žemiausios grandinės vykdytoju, jo atliekama *veiklos valdymo funkcija* (funkcijomis) [68].

Siekiant identifikuoti veiklos architektūros elementus, kaip pagrindą galima naudoti VGM dekompoziciją. Taip galima nustatyti vertės grandinės elementus ir specifiuoti informacinę integraciją visoje grandinėje. Toks požiūris pristatytas E. Pakalnisko disertacijoje [139].

Sistemų kūrimas turi vykti orientuojantis į vertės grandinės modelį (VGM), nes kompiuterizavimas apima *veiklos valdymo funkcijas* ir *veiklos procesus* bei organizacijos funkcinį sričių sąveikas, kurias atskleidžia VGM. Teoriškai kiekvienos sistemos *valdymo procesas* atitinka principinę valdymo schemą, kurioje *valdomasis objektas* (VO) ir *valdančioji sistema* (VS) yra susieti grįžtamuosiu ryšiu [60, 73, 75].

DVGM kaip valdomų procesų (VP) seka [68] pateikiamas 10 paveiksle.



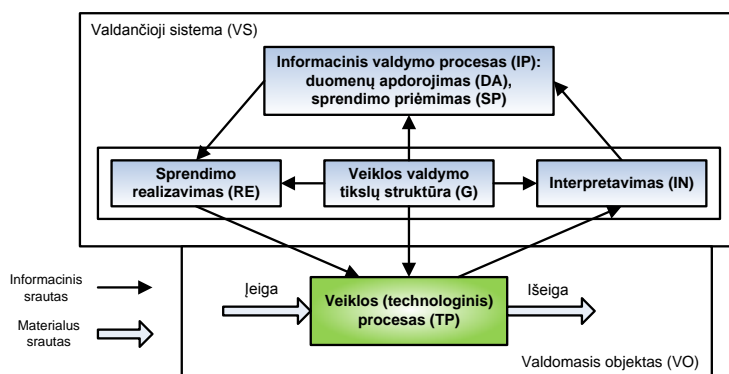
10 pav. Detalizuotas VGM kaip valdomų procesų seka

Tolesniame skyrelyje aprašytas formalizuotas valdomo veiklos proceso modelis.

1.3.2. Formalizuotas valdomo veiklos proceso modelis – elementarus veiklos valdymo ciklas

Apibrėžiama *valdomo proceso* samprata kaip organizacinių sistemų valdymo komponento – *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* sąveikų visuma, apimanti ir *veiklos valdymo tikslų* dedamąją. *Valdomas procesas* (VP) savo vidine informacine sandara atitinka *elementaraus valdymo ciklo* (EVC) dekomponavimą, atskiriant tokius komponentus: *veiklos valdymo funkcija*, *veiklos procesas* ir jų abipusė informacinė sąveika, sudaranti grįžtamojo ryšio kontūrą [67].

Kiekvieną *valdomą veiklos procesą* formalizuotai aprašo struktūra (11 pav.), vadinama *elementariu (veiklos) valdymo ciklu* (EVC) (pasiūlė S. Gudas [60, 61, 63]).



11 pav. Principinė elementaraus valdymo ciklo (EVC) sandaros schema [68]

Apibendrintas *valdomo veiklos proceso* formavimo modelis (valdymo atžvilgiu) susideda iš trijų pagrindinių komponentų, susietų informaciniu grįžtamoju ryšiu: *valdančiosios sistemos (VS)*, *veiklos tikslų (G)* ir *valdomojo objekto (VO)*. Tikslų komponentas *valdomo veiklos proceso* formavime ypač svarbus. Jis suteikia valdymo informacinei veiklai naują kokybę – veiklos valdymo metu informacija apdorojama sintaksiniu, semantiniu ir pragmatiniu aspektais.

Valdomas veiklos procesas (VP) yra veiklos valdymo informacinio turinio (veiklos valdymo vidinių informacinių transformacijų) modelis. Kiekvienas *valdomas veiklos procesas* turi tokią pačią struktūrą ir priežastinę tvarką, kurios esmė – nuo *veiklos tikslų (G)* priklausomas informacinio grįžtamojo ryšio kontūras tarp *valdomojo objekto (VO)* ir *valdančiosios sistemos (VS)*. Anot S. Gudo [68], *veiklos valdymo funkcija* apibūdinama kaip *valdomo proceso* dalis, kuri turi iš anksto apibrėžtus reikalavimus savo sandarai ir vidinių elementų informacinėms sąveikoms, formalizuotai specifiкуotus *elementaraus valdymo ciklo (EVC)* modeliu [66]. *Veiklos valdymo funkcija* – funkcinė veiklos sritis, kuri apima aibę susijusių veiklos procesų, kurie, bendradarbiaudami tarpusavyje, realizuoja bendrą aukštesnio lygmens veiklos funkcionalumą. Kita valdomo proceso dalis yra „veiklos procesas“. *Valdomo proceso* sudėtyje *veiklos procesas* yra „valdomasis objektas“, kuris specifiкуoja tik materialių srautų transformacijas. *Veiklos procesas* siejamas informaciniu grįžtamoju ryšiu su *veiklos valdymo funkcijos* komponentais. Apibūdinama *žiniomis grindžiamo veiklos modeliavimo*

požiūriu svarbi *funkcinės priklausomybės* sąvoka [68]. *Funkcinės priklausomybės* sąvoka leidžia konceptualizuoti *valdomo proceso* vidines sąveikas, t. y. apibrėžti *veiklos valdymo funkcijos* ir *veiklos proceso* būtinąjį informacinį grįžtamąjį ryšį kaip valdymo funkcinę priklausomybę [58].

Elementarus veiklos valdymo ciklas (EVC) yra veiklos valdymo informacinio turinio (veiklos valdymo vidinių informacinių transformacijų) modelis. Informacinio grįžtamojo ryšio kontūras jungia į uždarą grandinę (ciklą) šiuos VP komponentus: *veiklos (technologinį) procesą* (TP) (tai *valdomasis objektas* VO), *interpretavimo procesą* (IN), *informacinį valdymo procesą* IP (jį sudaro du nuoseklūs etapai – *duomenų apdorojimas* (DA ir *sprendimų priėmimas* (SP)) ir *sprendimo realizavimo procesą* (RE) (žr. 11 pav.).

Valdomo veiklos proceso (VP) kokybinis ypatumas yra tai, kad visi *valdomo veiklos proceso* (VP) komponentai ir vidinės informacinės transformacijos priklauso nuo *tikslų struktūros* (G). Dėl *tikslų struktūros* (G) įtakos *valdomą veiklos procesą* (VP) galima priskirti *save valdančių procesų* tipui (save-organizuojantys procesai) [80]. *Valdomą veiklos procesą* aprašanti formali struktūra, kaip minėta, vadinama *elementariu valdymo ciklu* (EVC) [62]:

$$EVC = (TP(G) \rightarrow IN(G) \rightarrow IP(G) \rightarrow RE(G) \rightarrow TP(G)) \quad (2)$$

Šios organizacinės sistemos veiklos valdymo modelio pagrindinis elementas yra *valdomas procesas*, kuris nagrinėjamas tik kaip valdymo informacinių transformacijų sistema – *elementarus valdymo ciklas* (EVC), susietai nuo vykdytojų ir fizinio realizavimo priemonių, t. y. nagrinėjamas būtinų veiklos valdymo žingsnių informacinis turinys (veiklos valdymo žingsniai yra *interpretavimas* (IN), *informacinis (valdymo) procesas* IP (apima *duomenų apdorojimo* (DA) ir *sprendimo priėmimo* (SP) etapus ir *sprendimo realizavimas* (RE)).

Grįžtamąjį ryšį tarp *valdomojo objekto* (šiuo atveju tai veiklos procesas – *technologinis procesas* TP) ir *valdančiosios sistemos* (VS) pagrindinio bloko (tai *informacinis valdymo procesas* IP) suformuoja du sudėtingi informacijos

transformavimo procesai *interpretavimas IN* ir *sprendimo realizavimas RE* [67]:

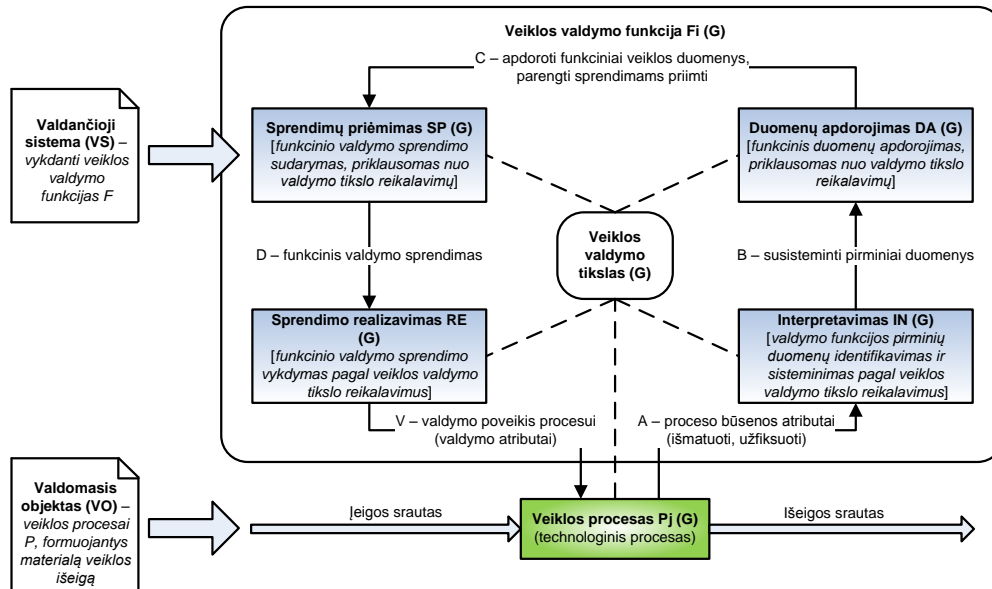
1. *Interpretavimas (IN)* – informacinis procesas, kurio paskirtis – suformuoti atitinkantį veiklos tikslus *valdomojo objekto* informacinį modelį, būtina veiklai valdyti; atpažinti ir įvardyti *valdomojo objekto (VO)* elementus bei jų parametrus (prasmės priskyrimas), reikalingus *valdančiajai sistemai (VS)* kokybiškai ir kiekybiškai įvertinant *valdomojo objekto (VO)* būseną.
2. *Sprendimo realizavimo (RE)* paskirtis – atlikti poveikį *valdomajam objektui (VO)*, analizuoja *sprendimo priėmimo (SP)* rezultatą – priimtą valdymo sprendimą, pagal *veiklos tikslus (G)* tikslina valdymo sprendimo neapibrėžtumus, suformuoja valdymo poveikius *valdomajam objektui (VO)* ir priskiria vykdytojams, kurie informacinį valdymo sprendimo turinį (valdymo poveikius) paverčia fiziniu poveikiu *valdomajam objektui (technologiniam procesui TP)*.

Interpretavimas (IN) ir *sprendimo realizavimas (RE)* yra informaciniai procesai, susiję su organizacijos tikslais: šių procesų sudėtį ir vidines taisykles nulemia organizacijos bei jos padalinių siekiai, planai, veiklos kriterijai, veiklos taisyklės, kurių visuma vadinama organizacijos *veiklos tikslų struktūra (G)*.

Interpretavimas (IN) modeliuoja realaus pasaulio objektų (valdomajame objekte vykstančio technologinio proceso) transformavimą į informacinį jų atvaizdą. *Interpretavimas (IN)* – pirmoji valdymo grįžtamojo ryšio kontūro tarp *valdančiosios sistemos (VS)* ir *valdomojo objekto (VO)* fazė. Antroji valdymo proceso ciklo fazė yra *sprendimo realizavimas (RE)*. Tai priešingos *interpretavimui (IN)* krypties informacinių transformacijų modelis – *valdančiosios sistemos* suformuoto valdymo sprendimo (informacinio modelio) transformavimas į fizinį poveikį realaus pasaulio objektams (*technologiniam procesui*), atsižvelgiant į nurodytus *veiklos tikslus*. *Sprendimo realizavimas (RE)* modeliuoja priimto valdymo sprendimo turinio analizę, užduočių

konkretnimą kiekvienam padaliniui vykdytojui, nurodymų kiekvienai darbo vietai formavimo taisykles [68].

Patikslintas EVC modelis. Patikslintas EVC modelis, kuriame įvardinti informaciniai srautai, perduodami tarp EVC etapų, ir visų informacijos transformacijų priklausomybė nuo *veiklos tikslų* (G), pateikiama 12 paveiksle.



12 pav. Detalus elementaraus valdymo ciklo (EVC) modelis

EVC modelis atskleidžia *veiklos valdymo funkcijos* $Fi(G)$ struktūros elementus, jų informacines sąveikas ir sąveikas su *veiklos procesu* Pj , kurios priklauso nuo *veiklos valdymo tikslų* G .

Detalus *veiklos valdymo funkcijos* Fi ir *veiklos proceso* Pj informacinių sąveikų ($Fi \times Pj$) modelis gali būti užrašytas taip:

$$EVC(Fi, Pj) = (Pj(A, G) \rightarrow IN(A, B, G) \rightarrow DA(B, C, G) \rightarrow SP(C, D, G) \rightarrow RE(D, V, G) \rightarrow Pj(V, G)) \quad (3)$$

čia: A – proceso Pj būsenos atributai, reikalingi tikslo G atžvilgiu; B – susisteminti (interpretuoti) pirminiai duomenys, reikalingi veiklos valdymo funkcijai Fi tikslo G atžvilgiu; C – veiklos duomenys, kuriuos suformavo duomenų apdorojimo procedūra DA , parengti sprendimo priėmimo procedūrai SP , reikalingi tikslo G atžvilgiu; D – atitinkantis tikslą G valdymo sprendimas, kurį suformavo sprendimo priėmimo procedūra SP ; V – valdymo poveikiai procesui Pj , kurie atitinka tikslą G , suformuoti realizavimo procedūros RE .

Patikslinta principinė valdomo proceso schema (formalizuota *elementaraus valdymo ciklo* struktūra), įvardintas *veiklos tikslų* (G) poveikis *valdančiajai sistemai* (VS) ir *valdomajam objektui* (VO) informacijos transformacijos grįžtamojo ryšio kontūre.

Elementaraus valdymo ciklo (EVC) sudėtis pateikiama 3 lentelėje.

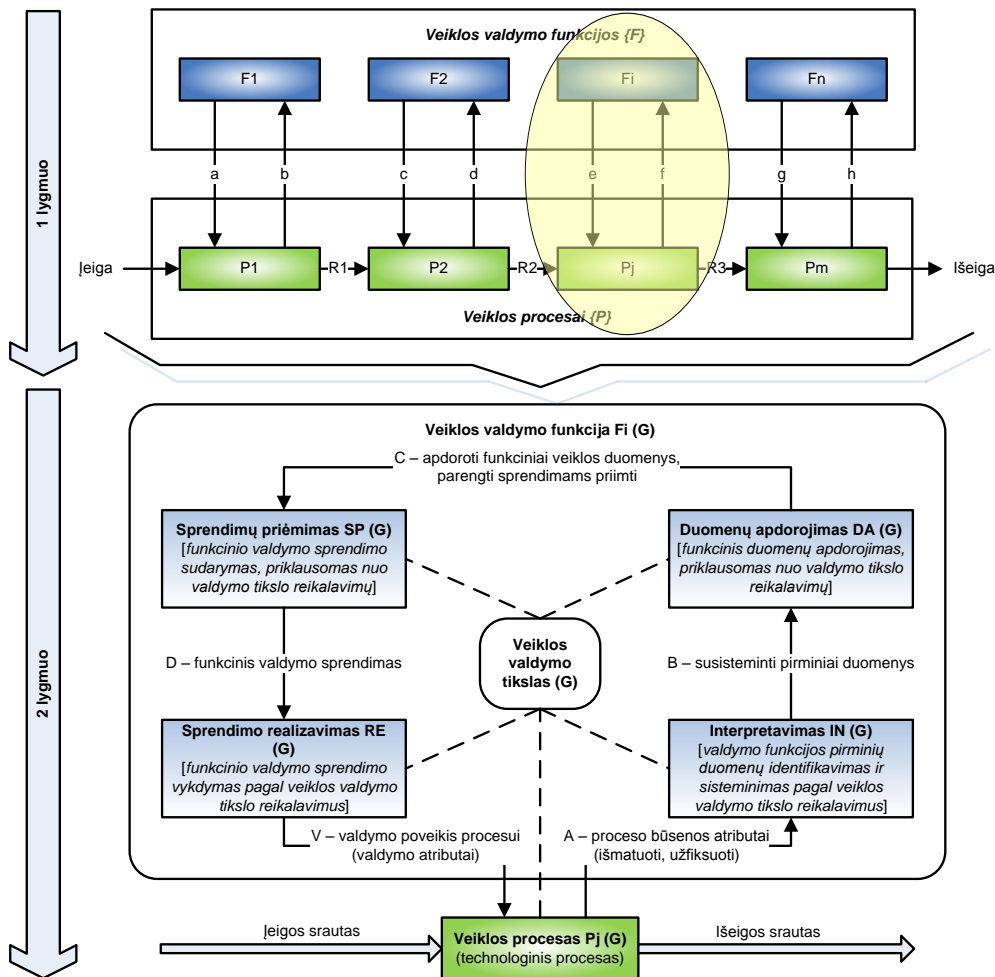
3 lentelė. Elementaraus valdymo ciklo sudėtis

EVC komponentas (elementas)	Aprašymas
Veiklos valdymo funkcija Fi .	Veiklos valdymo funkcijos vardas Fi identifikuoja konkrečią valdymo funkciją, aprašomą EVC. Visi konkretaus EVC (i) elementai specifikuojami šios valdymo funkcijos Fi kontekste.
$Pj(A, G), Pj(V, G)$ – technologinis procesas (valdomasis objektas).	Technologinis procesas, jo įeiga (I) ir išeiga (O) yra materialūs srutai. Materialius srutus apibūdina konkretaus proceso Pj būsenos parametrai A , kurie reikalingi konkrečiai veiklos valdymo funkcijai Fi atlikti, derinant su veiklos tikslais (G).
$IN(A, B, G)$ – valdomojo objekto būsenos interpretavimas.	Interpretavimas (IN) vykdomas pagal veiklos taisykles, kurios priklauso nuo veiklos tikslų (G). IN taisyklės yra organizacijos veiklos taisyklių poaibis, kuris suformuoja susistemintus pirminius duomenis B .
$DA(B, C, G)$ – duomenų apdorojimas.	Duomenų apdorojimas (DA) – veiklos uždavinių sprendimas, duomenų tvarkymas pagal veiklos taisykles, kurios priklauso nuo veiklos tikslų (G). DA parengia duomenis kitam EVC etapui – procesui SP .
$SP(C, D, G)$ – valdymo sprendimų priėmimas.	Priimant valdymo sprendimus (SP) siekiama įgyvendinti veiklos tikslus, veiklos tiksluose užfiksuotus reikalavimus kontroliuoti valdomąjį procesą Pj . Sprendimo priėmimas SP vykdomas pagal taisykles, kurios priklauso nuo veiklos tikslų (G). SP išeiga yra konkretus valdymo sprendimas procesui Pj kontroliuoti.
$RE(D, V, G)$ – valdymo sprendimų vykdymas.	Valdymo sprendimai vykdomi pagal G reikalavimus (taisykles). Valdymo sprendimų realizavimo išeiga yra valdymo poveikiai procesui Pj , atitinkantys konkretaus proceso Pj būsenos parametrus A ir veiklos tikslus G .
G – veiklos tikslas (potikslis).	Kiekvienas veiklos tikslas (potikslis) planuoja veiklos rezultatą, kuriam pasiekti turėtų būti vykdomas konkretus EVC. Kiekvienas potikslis susiejamas su konkretaus EVC elementais.

Apibendrinimas. *Valdomas procesas* yra organizacinės sistemos veiklos proceso informacinio turinio (veiklos valdymo vidinių informacinių transformacijų) modelis. Žiniomis grindžiamas IS kūrimas turėtų būti vykdomas remiantis žiniomis apie veiklos valdymą, kurias apibrėžia *veiklos valdymo informacinių sąveikų* esminės savybės, specifikuojamas kaip elementarus valdymo ciklas (EVC), grįžtamojo ryšio kontūru susiejantis *veiklos valdymo funkciją* (valdančiąją sistemą) ir *veiklos procesą* (valdomąjį

objektą).

Tokiu būdu DVGM, identifikuojantis *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* sankirtų visumą $\{F_i \times P_j\}$, kai yra sudaromas elementarus valdymo ciklas (EVC), parodomas 13 paveiksle.



13 pav. Detalizuotas vertės grandinės modelis (DVGM), identifikuojantis *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* sankirtų visumą $\{F_i \times P_j\}$, kai yra sudaromas elementarus valdymo ciklas

Paaiškinti detalizuoto vertės grandinės modelio (DVGM) sudarymo principai, iš kurių seka, kad struktūrizuotame DVGM bet kuri *veiklos valdymo funkcija* F_i ir *veiklos proceso* P_j pora ($F_i \times P_j$) modeliujama kaip *valdomas (veiklos) procesas*, nes *veiklos valdymo funkcija* F_i siekia realizuoti konkrečius veiklos tikslus, nukreipdama (kontroliuodama) veiklos procesą P_j .

Valdymo funkcinės priklausomybės apibūdinimas. *Veiklos valdymo*

funkcinė priklausomybė (VFP) yra vidinė *valdomo proceso* savybė, valdymo informacinių sąveikų dėsningumas, kuris susidaro tarp *valdomo proceso* komponentų [68]. Valdomo proceso elementarus konstruktas yra EVC, kuris identifikuoja *veiklos valdymo funkcijos* ir *veiklos proceso* (*valdomojo objekto*) informacines sąveikas, kitaip tariant, *funkcines priklausomybes*. Tariaama, kad egzistuojančios informacinės *veiklos valdymo funkcijos* F_i ir *veiklos proceso* P_j (*valdomojo objekto*) sąveika yra valdymo priežastinė sąveika, kuri apibrėžia būtinas EVC komponentų (IN, DA, SP, RE žingsnių) ir *veiklos proceso* P_j *valdymo funkcines priklausomybes*.

Valdymo funkcinė priklausomybė (VFP) yra pirminė funkcinė priklausomybė, kuri nurodo būtinas veiklos tikslams *valdymo funkcijos* komponentų informacines sąveikas [58]. Todėl laikoma, kad veiklos modeliavimo etape identifikuotos informacinės EVC komponentų sąsajos – *valdymo funkcinės priklausomybės* yra pirminės funkcinės priklausomybės, kurios yra būtinos užtikrinant veiklos valdymą [67]. Taigi, *žiniomis grindžiamo* veiklos valdymo modeliavimo požiūriu *valdymo funkcinė priklausomybė* yra sudėtinis procesas, kurį sudaro skirtingo pobūdžio valdymo priklausomybių visuma.

Veiklos valdymo funkcinė priklausomybė (VFP) susideda iš nuoseklios sekos EVC elementų funkcinių priklausomybių (FP): vidiniai EVC informaciniai srautai (S) siejasi per EVC žingsnius (IN, DA, SP, RE, G, P), kurie transformuoja šiuos srautus [68]:

$$VFP = \{FP1, FP2, FP3, FP4, FP5\} \quad (4)$$

čia:

- $FP1 = (S_i \rightarrow IN(G) \rightarrow S_j)$ – *interpretavimo žingsnio funkcinė priklausomybė*, S_i – *veiklos proceso* (technologinio proceso) būsenos atributai ($S_i = A$), S_j – *interpretavimo žingsnio* išėigos atributai ($S_i = B$);
- $FP2 = (S_j \rightarrow DA(G) \rightarrow S_n)$ – *duomenų apdorojimo žingsnio funkcinė priklausomybė*, S_i – *interpretavimo žingsnio* išėigos

atributai yra įeiga ($S_j = B$), S_n – duomenų apdorojimo žingsnio išeiga ($S_n = C$);

- $FP3 = (S_n \rightarrow SP(G) \rightarrow S_m)$ – sprendimo priėmimo žingsnio funkcinė priklausomybė, S_n – duomenų apdorojimo žingsnio išeiga yra sprendimo priėmimo įeiga ($S_n = C$), S_m – sprendimo priėmimo žingsnio išeiga ($S_m = D$);
- $FP4 = (S_m \rightarrow RE(G) \rightarrow S_k)$ – sprendimo realizavimo žingsnio funkcinė priklausomybė, S_m – sprendimo priėmimo žingsnio išeiga yra sprendimo realizavimo įeiga ($S_m = D$), S_k – sprendimo realizavimo žingsnio išeiga ($S_k = V$);
- $FP5 = (S_k \rightarrow P(G) \rightarrow S_i)$ – veiklos proceso (technologinio proceso) vykdymo žingsnis, modeliuojamas kaip funkcinė priklausomybė, S_k – sprendimo realizavimo žingsnio išeiga, kuri yra valdantysis poveikis veiklos (technologiniam) procesui ($S_k = V$), S_i – veiklos proceso (technologinio proceso) būsenos atributai ($S_i = A$).

Taigi veiklos valdymo funkcinė priklausomybė (VFP) yra nuosekli EVC elementų funkcinų priklausomybių $FP1$, $FP2$, $FP3$, $FP4$ ir $FP5$ seka, sudaranti informacinį grįžtamojo ryšio kontūrą, kuris apibrėžia EVC žingsnių integralumo reikalavimus [67, 68]:

$$VFP = \{FP1 = (S_i \rightarrow IN(G) \rightarrow S_j); FP2 = (S_j \rightarrow DA(G) \rightarrow S_n); \\ FP3 = (S_n \rightarrow SP(G) \rightarrow S_m); \\ FP4 = (S_m \rightarrow RE(G) \rightarrow S_k); FP5 = (S_k \rightarrow P(G) \rightarrow S_i)\} \quad (5)$$

Valdymo funkcinė priklausomybė (VFP) yra visuma elementaraus valdymo ciklo (EVC) žingsnių (IN, DA, SP, RE, G, P) funkcinų priklausomybių. Ši visuma valdymo ciklo (EVC) žingsnių funkcinų priklausomybių (kitais tariant – vidinių EVC informacinių srautų ryšys per juos transformuojančius EVC žingsnius) suformuoja informacinį grįžtamojo ryšio kontūrą, būtiną veiklos valdymo funkcijai įgyvendinti.

Darbe siūloma sukurti dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo

metodą, grindžiamą veiklos valdymo informacinėmis sąveikomis (žr. 2 skyrių):

- apibrėžti veiklos valdymo funkcinių priklausomybių, sudarančių informacinį grįžtamąjį ryšį, seką;
- pritaikyti modifikuotą vertės grandinės ir elementaraus valdymo ciklo modelį žinių turiniui aprašyti bei atnaujinti.

1.4. Kokybės vertinimo trikampio ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodų apžvalga

Kadangi sukurtame dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metode (2 skyrius) turimo žinių modelio ir dalykinės srities žinių modelio kokybei įvertinti bus naudojamas ekspertinis vertinimas, todėl šiame poskyryje trumpai apžvelgiami trikampio ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodai.

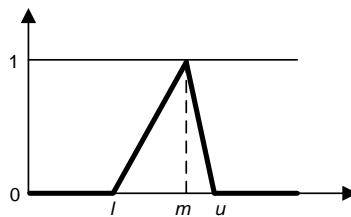
Ekspertų naudojami vertinimo atributai dažniausiai būna kokybiniai ir subjektyvūs [99, 102]. Sprendimai šioje srityje yra dažnai išreiškiami žodžiais, ir ekspertai-vertintojai negali priskirti kokybės žiniomis (reikalavimams) tikslią skaitinę reikšmę. Vertinimas dažnai gali būti atliekamas šiomis žodinėmis išraiškomis: „blogai“, „prastai“, „patenkinamai“, „gerai“ ir „puikiai“. Šios išraiškos yra netikslios ir neaiškios bei paprastai vadinamos neraiškiaisiais (angl. *fuzzy*) kintamaisiais [138]. Todėl darbe siūloma naudoti trikampio ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodus esamų ir dalykinės srities žinių (reikalavimų) kokybei vertinti. Būtent šie metodai pristatyti žemiau.

Šių metodų aprašymas remiasi tokiais darbais, kaip Zhang Li Li ir Cheng De Yong [198], Kirilovas, Birėnienė ir Sėrikovienė [99]. Taip pat atliktas jų taikymas mokomiesiems scenarijams vertinti. Pagal minėtus autorius, neraiškieji skaičiai yra atsitiktinių skaičių aproksimacija. Jie nusakomi triada $M = (l, m, u)$, $l \leq m \leq u$, t. y., tikėtiniausia reikšmė m , apatine riba l ir viršutine riba u .

Trikampio neraiškiųjų skaičių metodas. Šios trys reikšmės nusako ir skirstinio analogą, vadinamąją trikampę priklausymo funkciją:

$$\mu_M(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & \text{jei } x \in [l, m], \\ \frac{x-u}{m-u}, & \text{jei } x \in [m, u], \\ 0, & \text{jei } x \notin [l, u]. \end{cases} \quad (6)$$

Trikampiai neraiškieji skaičiai yra parodyti 14 paveiksle (pagal Kurilovą, Birėnienę ir Sėrikovienę [99]):



14 pav. Trikampiai neraiškieji skaičiai [99]

Lingvistinių kintamųjų konversija į trikampius neraiškiuosius skaičius yra pateikta 4 lentelėje.

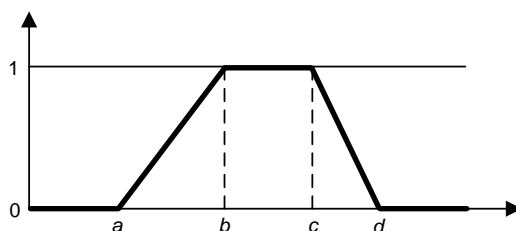
4 lentelė. Lingvistinių kintamųjų konversija į trikampius neraiškiuosius skaičius

Lingvistiniai kintamieji	Trikampiai neraiškieji skaičiai
Puikiai	(0,700 0,850 1,000)
Gerai	(0,525 0,675 0,825)
Patenkinamai	(0,350 0,500 0,650)
Prastai	(0,175 0,325 0,475)
Blogai	(0,000 0,150 0,300)

Trapecijos neraiškiųjų skaičių metodas. Trapecijos neraiškieji skaičiai yra neraiškieji skaičiai, aprašomi keturiais taškais $M = (a, b, c, d)$ tokiu būdu:

$$\mu_M(x) = \begin{cases} 0, & \text{jeigu } x < a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{jeigu } a \leq x \leq b, \\ 1, & \text{jeigu } b \leq x \leq c, \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{jeigu } c \leq x \leq d, \\ 0, & \text{jeigu } x > d. \end{cases} \quad (7)$$

Trapecijos neraiškieji skaičiai yra parodyti 15 paveiksle (pagal Kurilovą, Birėnienę ir Sėrikovienę [99]).



15 pav. Trapecijos neraiškieji skaičiai [99]

Lingvistinių kintamųjų konversija į trapecijos neraiškiuosius skaičius yra pateikta 5 lentelėje.

5 lentelė. Lingvistinių kintamųjų konversija į trapecijos neraiškiuosius skaičius

Lingvistiniai kintamieji	Trapecijos neraiškieji skaičiai
Puikiai	(0,800 1,000 1,000 1,000)
Gerai	(0,600 0,800 0,800 1,000)
Patenkinamai	(0,300 0,500 0,500 0,700)
Prastai	(0,000 0,200 0,200 0,400)
Blogai	(0,000 0,000 0,000 0,200)

Specialistų naudingumo funkcija. Pagal [100, 101], galimas sprendimas būtų naudoti vieno kriterijaus uždavinį, sumuojant visų žinių (reikalavimų) reikšmes padaugintas iš jų svorių. Tai yra teisinga optimizavimo teorijos atžvilgiu, ir šiam atvejui egzistuoja speciali teorema [102]. Taip pat siūloma naudoti naudingumo funkciją (8) įvertinant žinių (reikalavimų) kokybę, t. y., sumuojant jų įverčius (reitingus) padaugintus iš svorių.

Specialistų naudingumo funkciją galima išreikšti formule:

$$f(X) = \sum_{i=1}^m a_i f_i(X), \quad \sum_{i=1}^m a_i = 1, \quad a_i > 0. \quad (8)$$

kur $f_i(X_i)$ yra žinių (reikalavimų) i reikšmė (angl. *non-fuzzy value*) kiekvienai iš nagrinėjamų alternatyvų (X_j). Norint gauti alternatyvų vertinimo išraišką procentais, žinių (reikalavimų) svoriai a_i turi būti normalizuoti pagal normalizavimo reikalavimą [100, 101, 102]:

$$\sum_{i=1}^m a_i = 1, \quad a_i > 0. \quad (9)$$

Vertinimo žinių (reikalavimų) svoris atspindi specialistų nuomonę apie žinių (reikalavimų) svarbą, lyginant su kitomis žiniomis (reikalavimais).

Pavyzdžiui, pačiu paprasčiausiu (bendru) atveju, kai visų žinių (reikalavimų) vertinimo kategorijos yra vienodai svarbios, specialistai pagal normalizavimo reikalavimą galėtų joms skirti vienodą svorį $a_i = 0,100$:

$$A_v = (0,100 \ 0,100 \ 0,100 \ 0,100 \ 0,100 \ 0,100 \ 0,100 \ 0,100 \ 0,100 \ 0,100)$$

Bet jei skiriame ypatingą dėmesį tam tikroms žinioms (reikalavimams), turime skirti didesnę svorį, pavyzdžiui, 3-am, 5-am, 7-am ir 9-am kriterijams, nes procedūros *IN* (interpretavimas), *DA* (duomenų apdorojimas), *SP* (sprendimų priėmimas), *RE* (sprendimo realizavimas) apsprendžia žinių (reikalavimų) įsisavinimą. Šiuo atveju padidėjęs žinių (reikalavimų) svoris gali būti, pavyzdžiui, 1,3 karto didesnis lyginant su kitais – 0,130, o visų kitų (t. y., 1-ojo, 2-ojo, 4-ojo, 6-ojo, 8-ojo ir 10-ojo) kriterijų svoriai pagal normalizavimo reikalavimą (9) turi būti lygūs 0,080:

$$A_s = (0,080 \ 0,080 \ 0,130 \ 0,080 \ 0,130 \ 0,080 \ 0,130 \ 0,080 \ 0,130 \ 0,080)$$

Remiantis Zavadsku ir Turskiu [197], normalizavimo tikslas yra gauti žinių (reikalavimų) reikšmes, kurias galėtume palyginti tarpusavyje. Tokiu būdu, kuo didesnė yra funkcijos (8) reikšmė, tuo geresnė yra nagrinėjama alternatyva lyginant su idealia (t. y., 100 %) kokybe [100, 101].

Sukurto dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo, grindžiamo veiklos valdymo informacinėmis sąveikomis, eksperimentiniame tyrime (5 skyrius) bus pateikti turimo žinių modelio ir dalykinės srities žinių modelio palyginimo vertinimo taikymo pavyzdžiai dviem atvejais: kai naudojame trikampio ir trapecijos neraiškiuosius skaičius.

1.5. Metodo taikymo srities aprašymas

Šiame poskyryje pateikiamas metodo taikymo srities aprašymas: apžvelgiama studijų turinio samprata, nagrinėjami studijų programų sudarymo ir reikalavimų turinio formavimo principai.

1.5.1. Studijų turinio samprata

Dėl sąvokos (angl. *curriculum*) turinio atitikmens lietuvių kalba dar iki šiol Lietuvos mokslininkai neturi vienodos nuomonės. Vieni mano, kad ši

terminą reikėtų keisti „ugdymo turiniu“, kiti – „mokymo/studijų turiniu“ [150]. Gana skirtinga ir įvairiapusė *curriculum* samprata užsienio literatūroje: mokymosi planas, kursai, studijų tikslai, turinys, metodai, medžiaga ir priemonės, studijų organizavimo ir kontrolės sistema, nepertraukiamas ir tolygiai kintantis procesas nuo studijų pradžios [149].

Remiantis moksline literatūra *curriculum* – tai ciklinis procesas, orientuotas į tikslus ir nuolatinį tobulinimą; mokymo/studijų turinys susietas mokymo proceso parametrais, kuomet kiekvienas elementas orientuotas į tikslą [103]. Lietuvoje labiausiai šios sąvokos kilmę ir turinį tyrinėjusio R. Laužacko tyrimai rodo, jog vis tik sąvoka *curriculum* neturi tiesioginio ir visiško atitikmens, dažnai tai į nacionalines kalbas neverčiama sąvoka [104]. Studijų turinio (*curriculum*) tyrinėtojai [151] Lietuvoje akcentuoja patį studijų turinio nepertraukiamo atnaujinimo procesą, pabrėždami vyksmą ratu, „kuriame logiškas šio nesibaigiančio proceso išeities taškas yra veiklos sistemos reikalaujamų kvalifikacijų tyrimas, o pabaigos taškas – mokymo turinio įvertinimas ir įdiegimas“ [103]. Tokiu atveju sudaromos prielaidos žvelgti į studijų turinį (*curriculum*) „kaip į nuolat kintančią ir atsinaujinančią sistemą“ [105].

Atsižvelgiant į studijų programos rengimo nuostatas ir studijų turinio projektavimą, mokymo ir universitetinių studijų programų rengimo teorinis pagrindimas Lietuvoje yra susijęs su studijų turinio (*curriculum*) teorija. Remiantis ja visi šie *curriculum* komponentai tarpusavyje glaudžiai susiję, priklauso vienas nuo kito, o jungiamasis elementas – tikslai. Ypatinga reikšmė skiriama tikslams (jų nuolatiniam atsinaujinimui ir vertinimui), o tikslų kaita sukelia visų elementų pokyčius [103]. Kintantys dalykinės srities (pavyzdžiui, darbo rinkos reikalavimai, reikalavimai specialistui) skatina koreguoti laukiamus rezultatus, atnaujinti tikslus, vadinasi, nuolat peržiūrėti, tobulinti studijų turinį, taigi reikėtų atlikti ir sistemingą vertinimą [129].

1.5.2. Studijų programų sudarymo ir reikalavimų turinio formavimo principai

Studijų programos sudarymas yra sudėtinga užduotis, ypač greitai ir nuolat besikeičiančioje informatikos mokslų srityje. Tai procesas, kuriuo metu švietimo įstaiga nusprendžia, kas bus dėstoma (turinys) ir kaip tai bus daroma (dėstymo metodika ir vertinimo metodai). Gerai paruošta studijų programa leidžia studentams įgyti teorines žinias ir praktinius įgūdžius, įgalinančius juos dirbti įvairiose šiuolaikinės visuomenės dalykinėse srityse. Kuriant arba atnaujinant tam tikros krypties studijų programą, būtina atsižvelgti į daugelį aspektų: aukštojo mokslo studijų įstatyminę bazę, rinkos poreikius, absolventų įsidarbinimo ir karjeros galimybes, turimas žinias, pagrindines ir pasirenkamas dalis, įvadininius ir fundamentalius kursus, parengimo galimybes, kreditus. Vykdamas konkrečios krypties studijų programų kūrimą arba modernizavimą, reikia atsižvelgti į daugelį teisinių ir norminių aktų, standartų, reglamentų ir kitų dokumentų, kuriuose išreikšti visų suinteresuotų pusių poreikiai bei reikalavimai. Papildomai dalykinius (specialius) reikalavimus turi surinkti, išanalizuoti, įvertinti ir įgyvendinti patys konkrečių studijų programų kūrėjai [44, 46, 70].

Studijų programų kūrimas bei jos atnaujinimas tampa sudėtinga tarpdalykine problema, kuriai efektyviai spręsti reikia didelių žmogiškųjų, informacinių ir kitų išteklių. Dėl šios problemos sudėtingumo studijų programų kūrimas paprastai vykdomas evoliuciniu (dažnai empiriniu bandymų ir klaidų metodu), periodiškai keičiant esamas studijų programas, atsižvelgiant į universiteto tradicijas, pajėgumą ir vietos poreikius [172]. Tačiau taip kuriamos studijų programos tampa labai priklausomos nuo kūrėjų specializacijos, kitų vietinių aplinkybių ir apribojimų.

Klasikiniai ekspertų sudarytų informatikos išsilavinimo standartų pavyzdžiai – tarptautinių profesinių organizacijų (IEEE/ACM, IFIP/UNESCO, Career Space) siūlomos modelinės studijų programos ir metodiniai nurodymai [186]. IFIP darbo grupės WG 3.2 atstovai, atlikę išsamią šių pasiūlymų analizę [127], priėjo išvados, kad kiekvienas jų turi skirtingas stiprybes (ACM

Computing Curriculum – detalūs žinių ir įgūdžių aprašai įvairiose informatikos srityse [10], *IFIP/ICF-2000* – hierarchinis programos nagrinėjimo būdas [86], *Career Space* – orientacija į darbo rinką [127], *Microsoft IT Academy programa* – „mokymasis visą gyvenimą“ koncepcija [203]), tad būtų racionalu jų pastangas integruoti. Svarbūs ir kiti Europos informatikos mokslo specialistams rengti dokumentai, pavyzdžiui, *Framework for Curriculum of Informatics Bachelor studies* [49]; *ABET Criteria for Accrediting Computing Programs* – informatikos krypties studijų programų akreditavimo kriterijai [6].

Siekiant, kad Lietuvos aukštosiose mokyklose universitetinės ir neuniversitetinės studijos programos būtų sėkmingai vykdomos, jos neišvengiamai privalo būti siejamos su dalykinės srities (pavyzdžiui, darbo rinkos) poreikiais. Tokį reikalavimą tiek naujoms, tiek ir šiuo metu vykdomoms studijų programoms kelia Studijų kokybės vertinimo centras [166]. Kiekvienos naujai registruojamos programos tikslai turi būti susieti su valstybės ir regiono plėtros perspektyva, darbo rinkos paklausa, darbdavių interesais, studentų poreikiais. Jau vykdomų studijų programų savianalizės autoriai prašomi pateikti tokius duomenis: ryšiai su darbdaviais, profesinėmis asociacijomis – ar sistemingi, ar padėjo formuoti ir tobulinti studijų programas; darbdavių nuomonė apie absolventus; studentų nuomonė apie programas ir atskirus dalykus bei dėstymo kokybę (apklausos anketų analizė); ryšiai su absolventais – ar jie dalyvauja tobulinant programas. Absolventų įsidarbinimas yra svarbus studijų kokybės kriterijus. Įsidarbinimo sėkmė priklauso nuo kompetencijų, nurodytų studijų programos aprašuose, įsisavinimo. Studijų rezultatai apima žinias, supratimą ir gebėjimus, kuriuos turi pasiekti studentas, sėkmingų studijų pabaigoje. Tie rezultatai atspindi objektyvius darbo rinkos ir/ar visuomenės keliamus reikalavimus studijų turiniui, kurie apibrėžiami per įgyjamų kompetencijų sistemą – suteikiamą kvalifikaciją [151].

Studijų programų lygmens analizė rodo, kad ekonominių veiklų, darbo rinkos ir švietimo klasifikacijos yra sunkiai susiejamos. Statistiniai duomenys apie švietimo sistemą, profesijas ir ekonominę veiklą yra renkami naudojant skirtingus klasifikatorius (6 lentelė).

6 lentelė. Švietimo, studijų profesijų ir ekonominės veiklos klasifikatoriai

Objektas	Klasifikatorius	Tarptautinis atitikmuo
Ekonominė veikla	Ekonominės veiklos rūšių klasifikatorius	Nomenclature statistique des Activites economiques dans la Communauté Europeenne, NACE
Darbo rinka	Lietuvos profesijų klasifikatorius	International Standard Classification of Occupations, ISCO-88 [51]
Švietimo sistema	Lietuvos švietimo klasifikatorius	International Standard Classification of Education, ISCED 1997 [180]
	Bendras studijų sričių ir krypčių, pagal kurias vyksta universitetinės ir neuniversitetinės studijos Lietuvos aukštosiose mokyklose klasifikatorius (duomenys pagal šį klasifikatorių kaupiami atviros informavimo konsultavimo ir orientavimo sistemoje AIKOS) [11]	Nėra vieningo visuotinai priimto tarptautinio atitiktens, skirtingos šalys iki šiol naudojo skirtingus studijų klasifikatorius

Pavyzdžiui, Lietuvos profesijų klasifikatoriuje naudojama struktūrinė piramidė, kurios hierarchinė sandara susideda iš dešimt pagrindinių aukščiausio lygmens grupių, šios grupės toliau skirstomos į 28 pagrindinius pogrupius, 116 grupių ir 418 pogrupių remiantis Tarptautiniu profesijų klasifikatoriumi ISCO-88 [51]. Sudarytas koncepcinis žemėlapis, kuriame susisteminta informacija apie pagrindines Lietuvos profesijų klasifikatoriaus grupes, pogrupius, nurodant kvalifikacijos lygmenis pateikiamas 2 priede.

1.6. Pasaulio ir Lietuvos autorių darbai, susiję su studijų programų tobulinimo modeliais bei kompiuterizuoto projektavimo metodais

Teoriniai studijų programos rengimo modeliai tiesiogiai ar kombinuotu būdu veikia studijų programos sudarymą, atnaujinimą ir jos vertinimą. Literatūroje išskirti tokie pagrindiniai studijų programos rengimo, atnaujinimo bei vertinimo modeliai, kuriuos galima sugrupuoti į:

- studijų programos rengimo (D. Kolbo [6], M. Skilbecko [157], D. F. Walkerio [188]);
- rengimo ir vertinimo (E. W. Eisnerio [52], R. Laužacko [103], R. W. Tylerio [178]);
- atnaujinimo ir vertinimo (D. L. Kirkpatricko [93], D. L. Stufflebeamo [167], B. A. Thyerio ir D. Royse [174]).

Pažymėtinas jų turinio pastovumas, tačiau matyti paskirties (rengimui, atnaujinimui, vertinimui) kaita. Šis grupavimas tik sąlyginis dėl neišvengiamo rengimo, atnaujinimo ir vertinimo sąryšio, taip pat dėl vidinio bei išorinio vertinimo koreliacijos [200].

Lietuvoje studijų programų tobulinimo darbai vykdomi pagrindinėse aukštojo mokslo įstaigose. Sprendžiamos problemos siejasi su Lietuvos mokslininkų tyrimų rezultatais:

- aukštojo mokslo organizavimas, didelių programų sistemų kūrimas (A. Targamadžė, K. Pukelis ir kiti);
- studijų programų kokybės vertinimas (Studijų kokybės vertinimo centras);
- kiti.

Sprendžiamos veiklos procesų modeliavimo, reikalavimų specifikuojimo bei kompiuterizuoto projektavimo metodų problemos siejasi su pasaulio ir Lietuvos mokslininkų tyrimų rezultatais:

- veiklos procesų ir organizacijų modeliavimo metodai, kuriuose nagrinėjami veiklos modeliavimo, informacinių sistemų projekto modelių sudarymo veiklos procesų modelių pagrindu būdai (A. Čaplinskas, O. Vasilecas, A. Lupeikienė, S. Gudas, A. Lopata ir kiti);
- reikalavimų inžinerija ir veiklos taisyklių modeliavimas, informacijos sistemai keliamų reikalavimų specifikuojimo metodai, vartotojo poreikių specifikuojimas, informacijos sistemų modeliavimas veiklos informacinės architektūros modelių pagrindu, modeliais grindžiamas informacinių sistemų kūrimas (R. Butleris, R. Šeinauskas, L. Nemuraitė, V. Denisovas ir kiti);
- kiti.

1.7. Pirmojo skyriaus apibendrinimas ir išvados

Apibendrinami analitinę dalį galima daryti šias išvadas ir apibendrinimus:

1. Išanalizavus žinių valdymo teorijas ir procesus, sudaryti įvairių mokslininkų žinių apibūdinimo, žinių valdymo sistemų architektūrų bei veiklos žinių aspektų modeliuose analizės koncepciniai žemėlapiai, kuriuose atvaizduota pradinė ir susisteminta informacija bei pateiktos nuorodos į visus kitus reikalingus literatūros šaltinius.
2. Analizuojant veiklos modeliavimo metodologijas ir metodus, išskirtos dvi modelių grupės (paradigmos): *empiriniai (išoriniam modeliavimui* priskiriami metodai, kuriais siekiama dalykinės srities struktūros ir elgsenos stebėjimų rezultatus susisteminti, pavaizduoti pagal pasirinktos notacijos taisykles) bei *žiniomis grindžiami* (kuriant tokius metodus būtinas *vidinis* požiūris į veiklos procesų modeliavimą, kuris turi remtis vidine veiklos procesų logika).
3. Remiantis veiklos valdymo principais, reikia, kad analizuojant konkrečią veiklos sritį būtų skiriamas (identifikuojamas) grįžtamasis valdomojo objekto ir valdančiosios sistemos ryšys. Todėl reikalingi veiklos modeliavimo metodai, kurie identifikuoja organizacijos veiklos tikslus, valdomojo objekto ir valdančiosios sistemos informacinę sąveiką, sudarančią valdymo grįžtamąjį ryšį, priklausomą nuo organizacijos veiklos tikslų.
4. Atlikus dalykinės srities modeliavimo metodologijų ir metodų (kalbų, notacijų) analizę, nustatyta, kad veiklos valdymo detalizuotas vertės grandinės modelis (DVGGM) sukaupia daugiau žinių apie organizacijos veiklą, nes labai detaliai modeliuoja *veiklos valdymo funkciją*. Valdomo proceso modelis yra elementarus valdymo ciklas (EVC).
5. Elementarus valdymo ciklas (EVC) yra veiklos valdymo informacinių sąveikų vienetas, kuris atitinka vieną *valdymo funkcinę priklausomybę* (VFP). Visuma elementaraus valdymo ciklo (EVC) žingsnių funkcinių priklausomybių suformuoja

informacinį grįžtamojo ryšio kontūrą, būtiną *veiklos valdymo funkcijai* įgyvendinti.

6. Kadangi DVGM identifikuoja kiekvienos *veiklos valdymo funkcijos* ir *veiklos proceso* informacines valdymo sąveikas, todėl nuspręsta juo remtis kuriant naują dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso modelį.
7. Gauti neraiškiųjų skaičių metodų analizės rezultatai rodo, kad siūlomi trikampio ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodai yra tinkami taikant ekspertinį žinių kokybės vertinimą.

2. DALYKINĖS SRITIES VALDYMO ŽINIŲ MODELIAVIMO METODAS

Pirmoje šio skyriaus dalyje aprašytas sukurtas dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodas, grindžiamas veiklos valdymo informacinėmis sąveikomis. *Antroje šio skyriaus dalyje* atliekamas struktūrizuoto vertės grandinės modelio modifikavimas dalykinės srities žinių turiniui identifikuoti (atskleisti).

2.1. Dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodas, grindžiamas veiklos valdymo informacinėmis sąveikomis

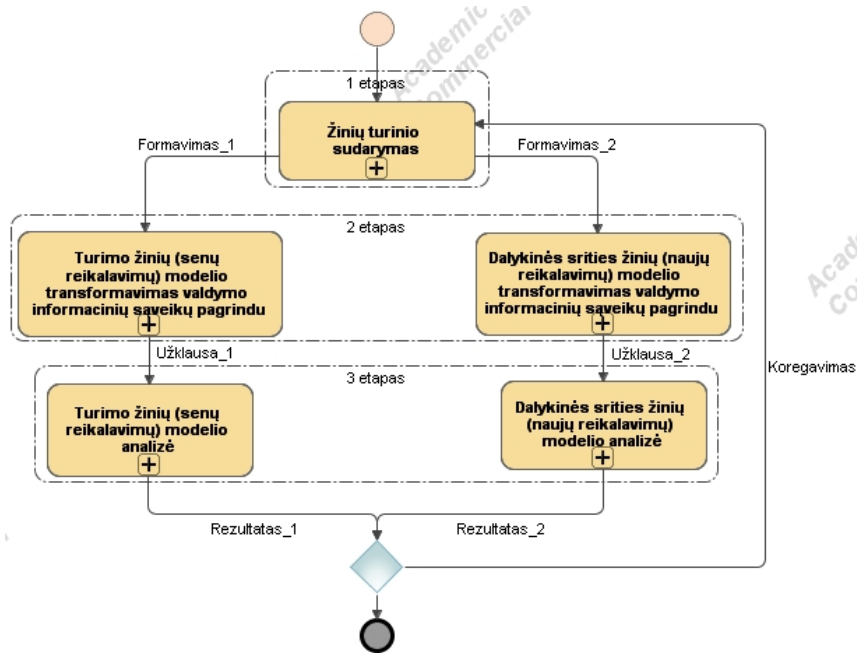
Dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodas, grindžiamas veiklos valdymo informacinėmis sąveikomis, buvo sukurtas siekiant nustatyti esamų žinių modelio ir dalykinės srities realių žinių modelio skirtumą. Sukurtas metodas skirtas sudaryti analizuojamo domeno valdymo informacinių sąveikų dviejų lygmenų (granuliuoto) žinių aprašymo modelį, suformuoti turimo žinių ir dalykinės srities žinių modelius bei atlikti žinių modelių analizę. Du žinių aprašymo lygmenys suprantami taip:

- a) pirmas detalumo lygmuo – DVGGM, kuris identifikuoja informacines sąveikas;
- b) antras detalumo lygmuo – kiekvienos valdymo informacinės sąveikos detalus modelis, taikant EVC.

Dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo principinė schema BPMN (angl. *Business Process Modelling Notation*) notacija vaizduojama 16 paveiksle. Sudarymui pasirinktas programinis paketas „*MagicDraw*TM“.

Dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo principinėje schemoje yra dvi šakos (žr. 16 pav.):

- a) turimo žinių (senų reikalavimų) modelio sudarymas ir analizavimas;
- b) dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) sudarymas ir analizavimas.



16 pav. Dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo principinė schema (BPMN notacija)

Pirmą metodo etapą sudaro vienas žingsnis:

- žinių turinio sudarymas.

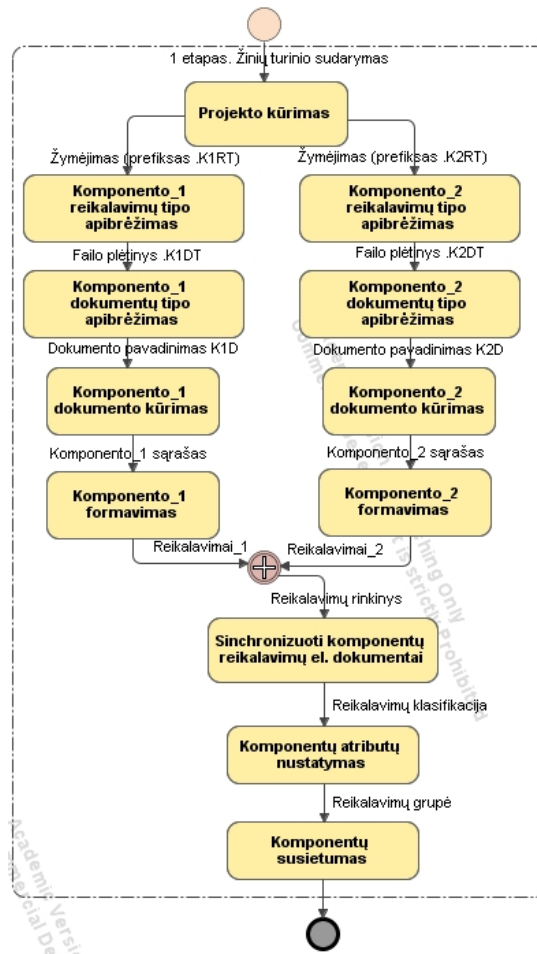
Antrasis metodo etapas susideda iš dviejų žingsnių:

- turimo žinių (senų reikalavimų) modelio transformavimas valdymo informacinių sąveikų pagrindu;
- dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) modelio transformavimas valdymo informacinių sąveikų pagrindu.

Trečią metodo etapą sudaro du žingsniai:

- turimo žinių (senų reikalavimų) modelio analizė;
- dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) modelio analizė.

Metodo 1 etapas „Žinių turinio sudarymas“ pateikiamas 17 paveiksle, 2 etapas „Turimo ir dalykinės srities žinių modelių transformavimas valdymo informacinių sąveikų pagrindu“ – 18 paveiksle, 3 etapas „Turimo žinių ir dalykinės srities žinių modelių analizė“ – 19 paveiksle (BPMN notacija).

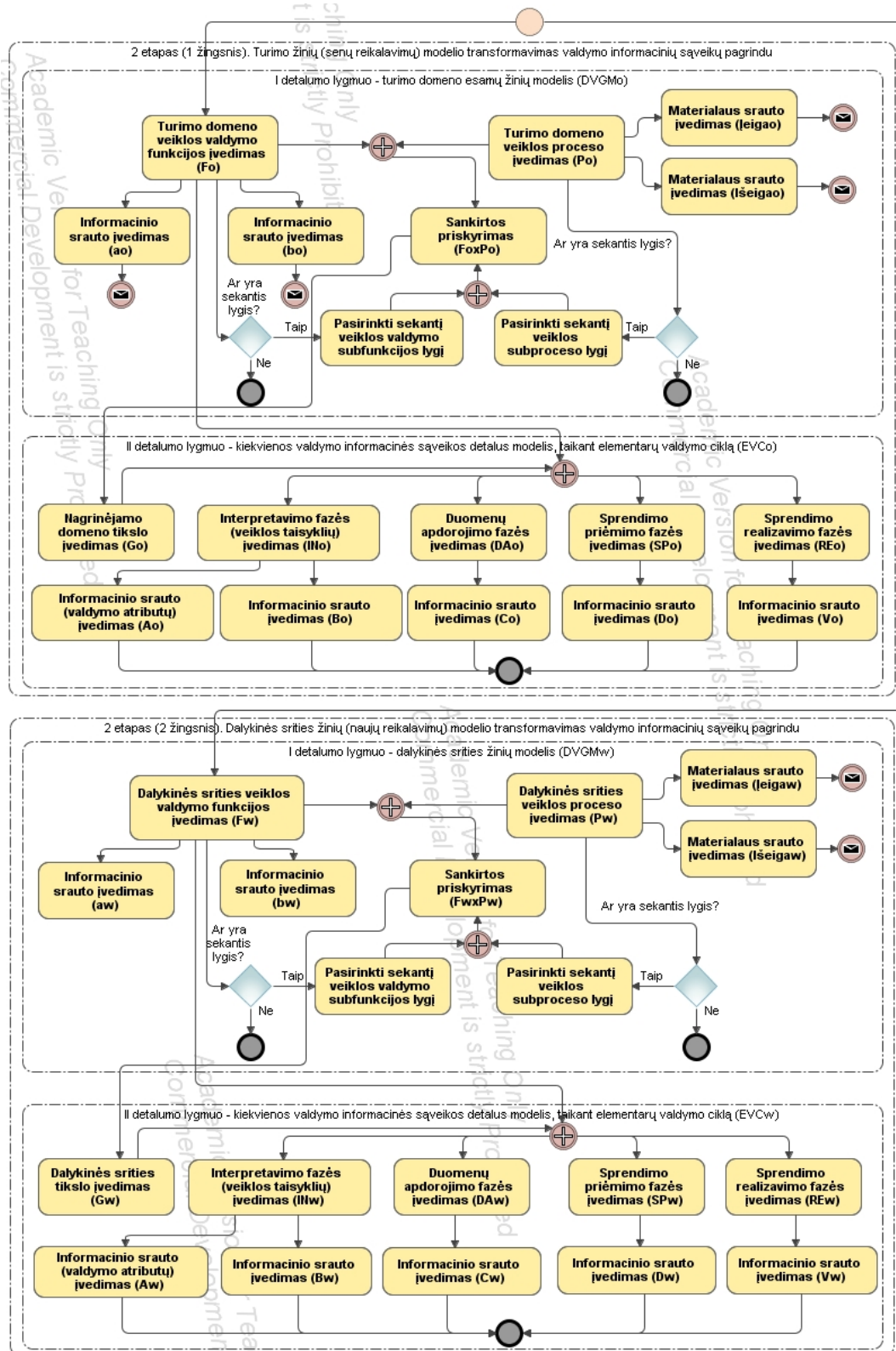


17 pav. Metodo 1 etapas „Žinių turinio sudarymas“ (BPMN notacija)

Žinių bazei sukurti pasirenkamas DVGM, kadangi jo pagrindu identifikuojamos *veiklos valdymo funkcijos* ir jų informaciniai ištekliai. Detalus valdymo žinių modelis gaunamas panaudojus elementaraus valdymo ciklo (EVC) apibrėžimą, kuris įgalina identifikuoti kiekvienos *veiklos valdymo funkcijos* vidinę sandarą (žr. 18 pav.).

Žinių bazės sudarymas DVGM ir EVC pagrindu. Valdymo žinių modelis DVGM ir EVC pagrindu sudaromas dviem etapais:

- I. Detalizuoto vertės grandinės modelio (DVGM) pagrindu identifikuojamos *veiklos valdymo funkcijos* ir jų informaciniai ištekliai.
- II. Kiekviena *veiklos valdymo funkcijos* ir *veiklos proceso* sankirta modeliuojama detaliai kaip valdomas procesas, sudarant jų elementaraus valdymo ciklo (EVC) modelius.



18 pav. Metodo 2 etapas „Turimo ir dalykinės srities žinių modelių transformavimas valdymo informacinių sąveikų pagrindu“ (BPMN notacija)

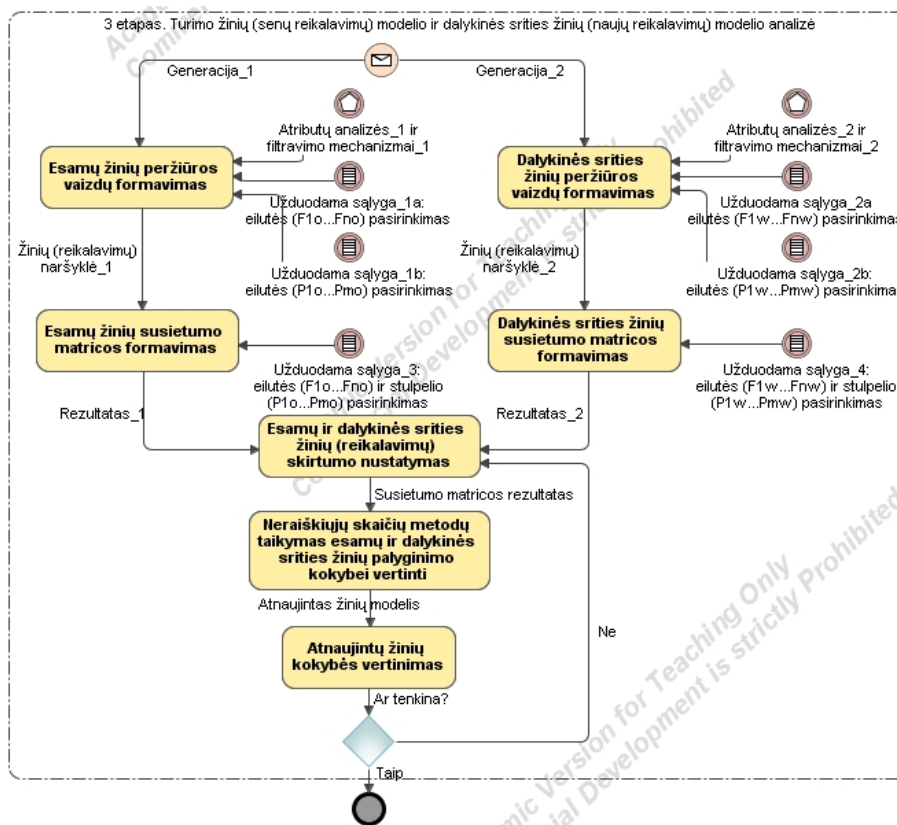
I-as valdymo žinių modelio ir žinių bazės sudarymo etapas.

Projektuojant žinių bazę detalizuoto vertės grandinės modelio (DVGM) pagrindu, reikia įvertinti ne tik DVGM sandarą, bet ir visų *veiklos valdymo funkcijų* ir *veiklos procesų* sąveikų informacinius atributus (duomenis):

- išnagrinėti detalizuoto vertės grandinės modelio (DVGM) bendrą atvejį – formalizuoto DVGM sandarą;
- įvertinti, kad yra *veiklos valdymo funkcijų* hierarchija;
- įvertinti, kad yra *veiklos procesų* hierarchija;
- įvertinti, kad yra duomenys (informaciniai atributai), kurie siejami su kiekviena *veiklos valdymo funkcijos* ir *veiklos proceso* sankirta.

II-as valdymo žinių modelio ir žinių bazės sudarymo etapas. Gautas valdymo žinių modelis neįvertina *veiklos valdymo funkcijų* vidinės sandaros (informacinių transformacijų, kurias vykdo pati *veiklos valdymo funkcija*), t. y. informacinių sąveikų tarp *veiklos valdymo funkcijos* struktūrinių dalių (komponentų). Toliau modeliuojama kiekvienos *veiklos valdymo funkcijos* vidinė sandara, sudarant jos modelį pagal elementaraus valdymo ciklo (EVC) apibrėžimą:

- pasirinkti konkrečią *veiklos valdymo funkcijos* ir *veiklos proceso* porą (sankirtą), identifikuotą DVGM, kuri bus detaliau modeliuojama kaip valdomas procesas (formaliai aprašomas EVC);
- sudaryti pasirinktos *veiklos valdymo funkcijos* ir *veiklos proceso* sankirtos elementaraus valdymo ciklo (EVC) modelį, identifikuojant (įvardinant) visus EVC komponentus: IN, DA, SP ir RE procesus, susietus tikslus G, informacinius srautus tarp EVC komponentų;
- pavaizduoti DVGM ir EVC dalykinės srities esybių klasių modeliu;
- sukurti žinių bazės prototipą.



19 pav. Metodo 3 etapas „Turimo žinių ir dalykinės srities žinių modelių analizė“ (BPMN notacija)

Darbe pasiūlytas esamų ir dalykinės srities žinių kokybės vertinimas, kuris remiasi trikampio bei trapecijos neraiškiųjų skaičių metodų taikymu. Sukurto dalykinės srities žinių modeliavimo metodo, grindžiamo veiklos valdymo informacinėmis sąveikomis, eksperimentinis tyrimas bus pateiktas 5-ame skyriuje.

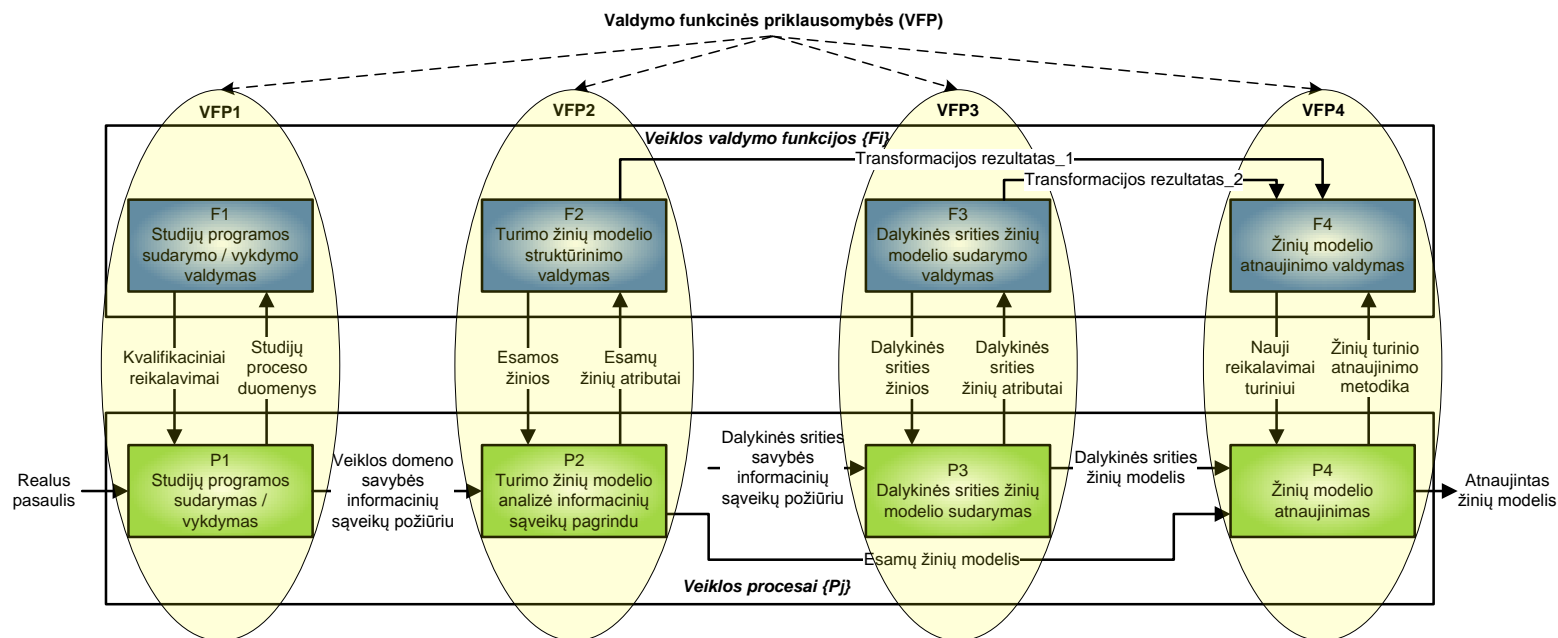
Tolesniame poskyryje pateikiamas struktūrizuoto vertės grandinės modelio modifikavimas dalykinės srities žinių turiniui identifikuoti.

2.2. Struktūrizuoto vertės grandinės modelio modifikavimas dalykinės srities žinių turiniui identifikuoti

Šiame poskyryje kaip veiklos srities modeliavimo praktinį metodą pasirinkus struktūrizuotą vertės grandinės modelį (VGM), jį transformavus žiniomis grįstai veiklai modeliuoti, pristatomas sudarytas apibendrintas dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso informacinis modelis bei detalūs *veiklos valdymo funkcijos* ir *veiklos proceso* sąveikos modeliai.

2.2.1. Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso informacinis modelis

Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso informacinis modelis parodomas 20 paveiksle.



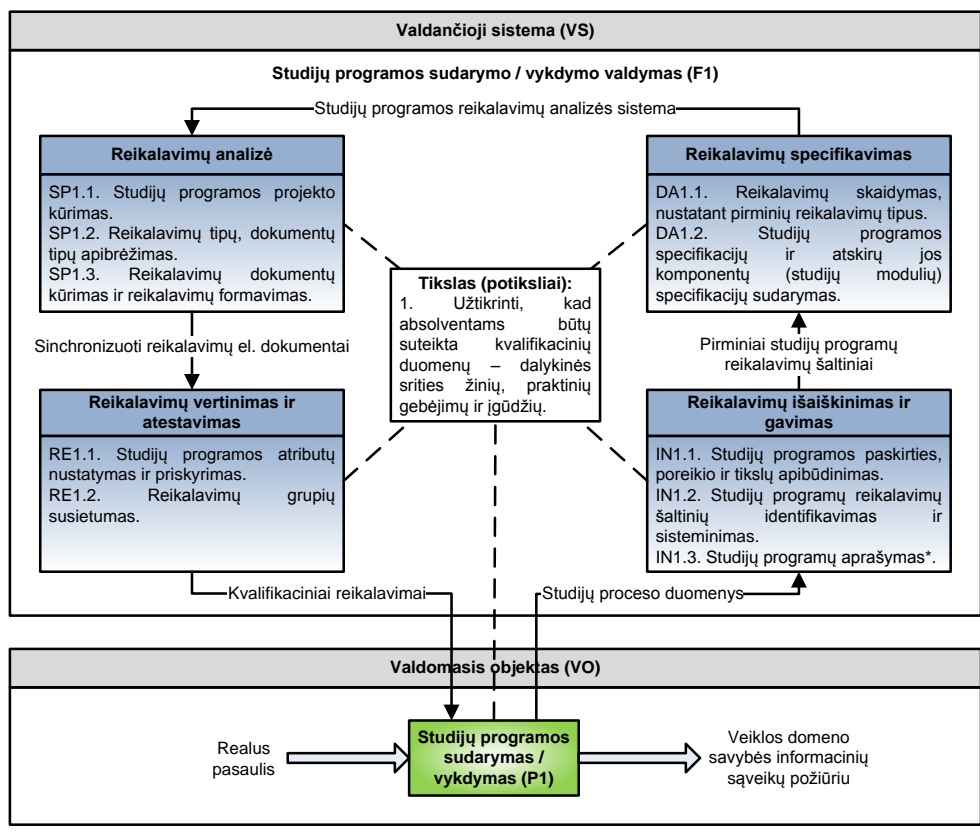
20 pav. Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso informacinis modelis

Darbe sukurtas dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso modelis, leidžiantis detalizuoti valdomo objekto reikalavimus (nuleisti žemyn) ir apibrėžti jo savybes (lokalizuoti reikalavimus).

Tolesniame skyrelyje sudaromi detalūs *veiklos valdymo funkcijos* ir *veiklos proceso sąveikos* $F_i \times P_j$ modeliai (valdomo veiklos proceso modelis kaip elementarus valdymo ciklas): „studijų programos sudarymo / vykdymo valdymas“ ($F1 \times P1$), „turimo žinių modelio struktūrinimo valdymas“ ($F2 \times P2$), „dalykinės srities žinių modelio sudarymo valdymas“ ($F3 \times P3$) ir „žinių modelio atnaujinimo valdymas“ ($F4 \times P4$). DVGM identifikuota kiekviena *veiklos valdymo funkcijos* F_i ir *veiklos proceso* P_j sąveika ($F_i \times P_j$) yra suprantama kaip *valdomas procesas*, kuris realizuoja konkrečią *valdymo funkcinę priklausomybę* (VFP). *Valdomo proceso* sandarą apibrėžia EVC, kuris yra tikslinis valdymo informacijos transformavimo vienetas, užtikrinantis VFP realizavimą.

2.2.2. Detalūs veiklos valdymo funkcijų ir veiklos procesų sąveikos modeliai

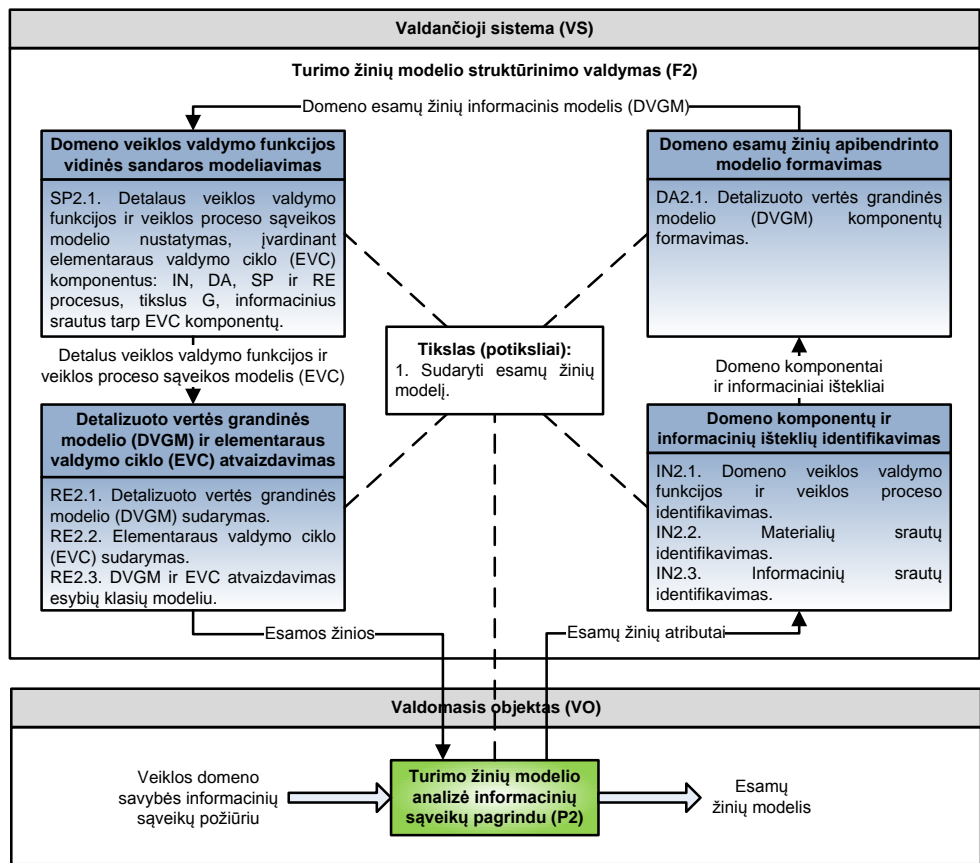
Modeliuojamos *veiklos valdymo funkcijos* $F1 =$ „*Studijų programos sudarymo / vykdymo valdymas*“, kuri valdo *veiklos procesą* $P1 =$ „*Studijų programos sudarymas / vykdymas*“ (žr. 20 pav.), elementarus valdymo ciklas išdėstomas 21 paveiksle.



21 pav. Detalus valdymo funkcijos $F1 = „Studijų programos sudarymo / vykdymo valdymas“$ ir proceso $P1 = „Studijų programos sudarymas / vykdymas“$ sąveikos modelis

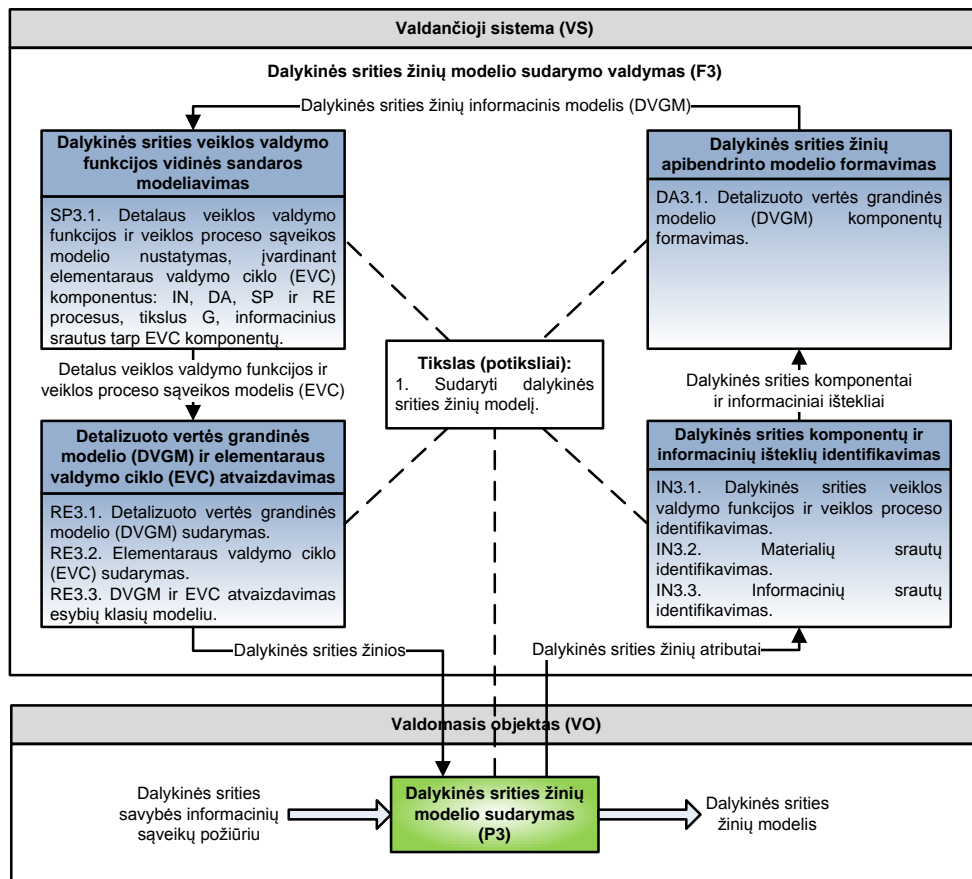
Valdomasis objektas (VO) čia yra pavadintas „Studijų programos sudarymas / vykdymas“. Tikslų struktūroje šiuo atveju vienas tikslas: užtikrinti, kad absolventams būtų suteikta kvalifikacinių duomenų – dalykinės srities žinių, praktinių gebėjimų ir įgūdžių. Šis tikslas tiesiogiai veikia interpretavimo procesą (IN). Be to, šis tikslas veikia valdančiosios sistemos (VS) darbo su informacija taisykles (duomenų apdorojimo ir sprendimo priėmimo taisykles), taip pat – valdomojo objekto darbą.

Modeliuojamos veiklos valdymo funkcijos $F2 = „Turimo žinių modelio struktūrinimo valdymas“$, kuri valdo veiklos procesą $P2 = „Turimo žinių modelio analizė informacinių sąveikų pagrindu“$, elementarus valdymo ciklas išdėstomas 22 paveiksle.



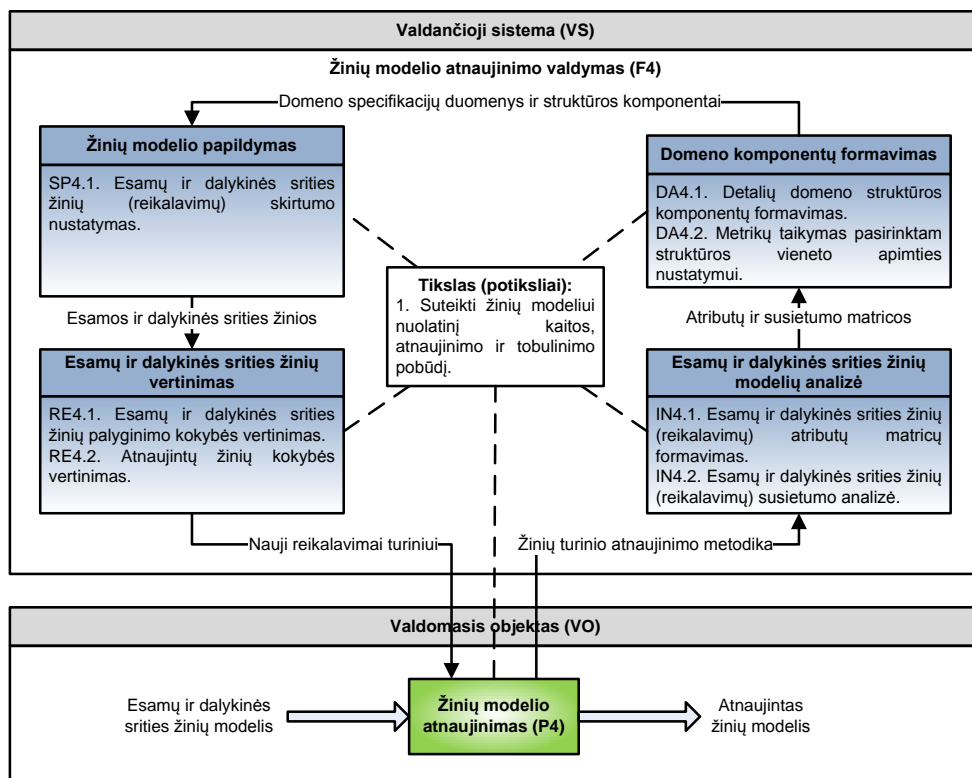
22 pav. Detalus valdymo funkcijos $F2 =$ „Turimo žinių modelio struktūrinimo valdymas“ ir proceso $P2 =$ „Turimo žinių modelio analizė informacinių sąveikų pagrindu“ sąveikos modelis

Modeliuojamos veiklos valdymo funkcijos $F3 =$ „Dalykinės srities žinių modelio sudarymo valdymas“, kuri valdo veiklos procesą $P3 =$ „Dalykinės srities žinių modelio sudarymas“, elementarus valdymo ciklas išdėstomas 23 paveiksle.



23 pav. Detalus valdymo funkcijos $F3 = „Dalykinės srities žinių modelio sudarymo valdymas“$ ir proceso $P3 = „Dalykinės srities žinių modelio sudarymas“$ sąveikos modelis

Modeliuojamos veiklos valdymo funkcijos $F4 = „Žinių modelio atnaujinimo valdymas“$, kuri valdo veiklos procesą $P4 = „Žinių modelio atnaujinimas“$, elementarus valdymo ciklas išdėstomas 24 paveiksle.



24 pav. Detalus valdymo funkcijos $F4 = „\text{Žinių modelio atnaujinimo valdymas}“$ ir proceso $P4 = „\text{Žinių modelio atnaujinimas}“$ sąveikos modelis

2.2.3. Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso valdymo taisyklės ir atributai

Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso valdymo informacijos transformavimo žingsniai (valdymo taisyklės) pateikiami 7 lentelėje.

7 lentelė. Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso valdymo informacijos transformavimo žingsniai (valdymo taisyklės)

Veiklos valdymo funkcija	Fazė	Veiklos taisyklės
F1 = „Studijų programos sudarymo / vykdyto valdymas“.	IN ₁	IN1.1. Studijų programos paskirties, poreikio ir tikslų apibūdinimas. IN1.2. Studijų programų reikalavimų šaltinių identifikavimas ir sisteminimas. IN1.3. Studijų programų aprašymas*.
	DA ₁	DA1.1. Reikalavimų skaidymas, nustatant pirminių reikalavimų tipus. DA1.2. Studijų programos specifikacijų ir atskirų jos komponentų (studijų modulių) specifikacijų sudarymas.
	SP ₁	SP1.1. Studijų programos projekto kūrimas.

Veiklos valdymo funkcija	Fazė	Veiklos taisyklės
		SP1.2. Reikalavimų tipų, dokumentų tipų apibrėžimas. SP1.3. Reikalavimų dokumentų kūrimas ir reikalavimų formavimas.
	RE ₁	RE1.1. Studijų programos atributų nustatymas ir priskyrimas. RE1.2. Reikalavimų grupių susietumas.
F2 = „Turimo žinių modelio struktūrinimo valdymas“.	IN ₂	IN2.1. Domeno veiklos valdymo funkcijos ir veiklos proceso identifikavimas. IN2.2. Materialių srautų identifikavimas. IN2.3. Informacinių srautų identifikavimas.
	DA ₂	DA2.1. Detalizuoto vertės grandinės modelio (DVGM) komponentų formavimas.
	SP ₂	SP2.1. Detalaus veiklos valdymo funkcijos ir veiklos proceso sąveikos modelio nustatymas, įvardinant elementaraus valdymo ciklo (EVC) komponentus: IN, DA, SP ir RE procesus, tikslus G, informacinius srautus tarp EVC komponentų.
	RE ₂	RE2.1. Detalizuoto vertės grandinės modelio (DVGM) sudarymas. RE2.2. Elementaraus valdymo ciklo (EVC) sudarymas. RE2.3. DVGM ir EVC atvaizdavimas esybių klasių modeliu.
F3 = „Dalykinės srities žinių modelio sudarymo valdymas“.	IN ₃	IN3.1. Dalykinės srities veiklos valdymo funkcijos ir veiklos proceso identifikavimas. IN3.2. Materialių srautų identifikavimas. IN3.3. Informacinių srautų identifikavimas.
	DA ₃	DA3.1. Detalizuoto vertės grandinės modelio (DVGM) komponentų formavimas.
	SP ₃	SP3.1. Detalaus veiklos valdymo funkcijos ir veiklos proceso sąveikos modelio nustatymas, įvardinant elementaraus valdymo ciklo (EVC) komponentus: IN, DA, SP ir RE procesus, tikslus G, informacinius srautus tarp EVC komponentų.
	RE ₃	RE3.1. Detalizuoto vertės grandinės modelio (DVGM) sudarymas. RE3.2. Elementaraus valdymo ciklo (EVC) sudarymas. RE3.3. DVGM ir EVC atvaizdavimas esybių klasių modeliu.
F4 = „Žinių modelio atnaujinimo valdymas“.	IN ₄	IN4.1. Esamų ir dalykinės srities žinių (reikalavimų) atributų matricių formavimas. IN4.2. Esamų ir dalykinės srities žinių (reikalavimų) susietumo analizė.
	DA ₄	DA4.1. Detalių domeno struktūros komponentų formavimas. DA4.2. Metrikų taikymas pasirinktam struktūros vieneto apimties nustatymui.
	SP ₄	SP4.1. Esamų ir dalykinės srities žinių (reikalavimų) skirtumo nustatymas.
	RE ₄	RE4.1. Esamų ir dalykinės srities žinių palyginimo kokybės vertinimas. RE4.2. Atnaujintų žinių kokybės vertinimas.

Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso valdymo atributai (duomenys) išdėstomi 8 lentelėje.

8 lentelė. Dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso valdymo atributai (duomenys)

Veiklos valdymo funkcija	Fazė	Atributai
F1 = „Studijų programos sudarymo / vykdymo valdymas“.	IN ₁ (A ₁)	Studijų proceso duomenys.
	DA ₁ (B ₁)	Pirminiai studijų programų reikalavimų šaltiniai.
	SP ₁ (C ₁)	Studijų programos reikalavimų analizės sistema.
	RE ₁ (D ₁)	Sinchronizuoti reikalavimų el. dokumentai.
	P ₁ (V ₁)	Kvalifikaciniai reikalavimai.
F2 = „Turimo žinių modelio struktūrinimo valdymas“.	IN ₂ (A ₂)	Esamų žinių atributai.
	DA ₂ (B ₂)	Domeno komponentai ir informaciniai ištekliai.
	SP ₂ (C ₂)	Domeno esamų žinių informacinis modelis (DVGM).
	RE ₂ (D ₂)	Detalus veiklos valdymo funkcijos ir veiklos proceso sąveikos modelis (EVC).
	P ₂ (V ₂)	Esamos žinios.
F3 = „Dalykinės srities žinių modelio sudarymo valdymas“.	IN ₃ (A ₃)	Dalykinės srities žinių atributai.
	DA ₃ (B ₃)	Dalykinės srities komponentai ir informaciniai ištekliai.
	SP ₃ (C ₃)	Dalykinės srities žinių informacinis modelis (DVGM).
	RE ₃ (D ₃)	Detalus veiklos valdymo funkcijos ir veiklos proceso sąveikos modelis (EVC).
	P ₃ (V ₃)	Dalykinės srities žinios.
F4 = „Žinių modelio atnaujinimo valdymas“.	IN ₄ (A ₄)	Žinių turinio atnaujinimo metodika.
	DA ₄ (B ₄)	Atributų ir susietumo matricos.
	SP ₄ (C ₄)	Domeno specifikacijų duomenys ir struktūros komponentai.
	RE ₄ (D ₄)	Esamos ir dalykinės srities žinios.
	P ₄ (V ₄)	Nauji reikalavimai turiniui.

Visi šie nagrinėjamos dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso elementai (valdymo taisyklės ir atributai) yra glaudžiai susiję ir priklauso vienas nuo kito viso žinių turinio kaitos kontekstu. Tokiu atveju šie elementai sudaro prielaidas nuosekliam domeno kūrimui ir nuolatiniam tobulinimui. Į žinių turinio identifikavimo proceso valdymo visumą žiūrima kaip į nuolat kintančias ir atsinaujinančias funkcijas. Tokiu būdu iš DVGM ir EVC ištraukti žinių turinio identifikavimo proceso parametrai gali būti saugomi žinių bazėje, o po to žinios panaudotos numatytų taikomųjų sričių problemoms spręsti.

2.3. Antrojo skyriaus apibendrinimas ir išvados

1. Sukurtas dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodas yra skirtas sudaryti analizuojamo domeno valdymo informacinių sąveikų dviejų lygmenų (granuliuoto) žinių aprašymo modelį.
2. Kaip veiklos srities modeliavimo praktinį metodą pasirinkus detalizuotą vertės grandinės modelį (DVGM), jį transformavus *žiniomis grįstai veiklai* modeliuoti, sudarytas apibendrintas dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso informacinis modelis.
3. Patikslinus valdomo proceso principinę schemą ir įvardijus *veiklos tikslų (G)* poveikį *valdančiajai sistemai (VS)* ir *valdomajam objektui (VO)* informacijos transformacijos grįžtamojo ryšio kontūre, sudaryti detalūs *veiklos valdymo funkcijos* ir *veiklos proceso sąveikos $F_i \times P_j$* modeliai (valdomo veiklos proceso modelis kaip *elementarus valdymo ciklas – EVC*).
4. Pateikti iš DVGM ir EVC ištraukti dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso parametrai: valdymo informacijos transformavimo žingsniai (valdymo taisyklės) ir valdymo atributai (duomenys), kurie gali būti saugomi žinių bazėje, o po to žinios panaudotos numatytų taikomųjų sričių problemoms spręsti.
5. Remiantis sudarytu dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso modeliu tolimesniuose etapuose bus pateikta kompiuterizuota veiklos žinių bazės kūrimo bei valdymo aplinka, kuri taip pat integruojama į studijų programos reikalavimų analizės sistemą, taip pagerinant formalizuotą turimo domeno žinių turinio tobulinimo problemų sprendimą.

3. DOMENO VALDYMO ŽINIŲ TURINIO IDENTIFIKAVIMO IR ŽINIŲ ATNAUJINIMO KOMPIUTERIZUOTO PROCESO MODELIS

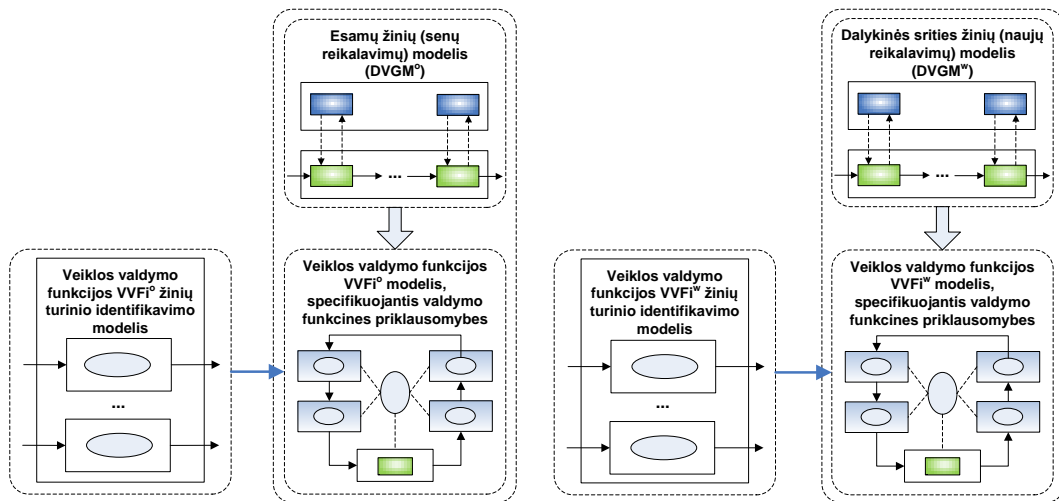
Pirmoje šio skyriaus dalyje pateikiama domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir dalykinių žinių atnaujinimo proceso modeliavimo schema, paaiškinanti bendrą esamų žinių bei dalykinės srities žinių modelių sudarymo principą. Esamų ir dalykinės srities valdymo žinių turinio identifikavimo bei atnaujinimo modelių taikymo pavyzdžiai iliustruojami *antroje šio skyriaus dalyje*. *Trečioje šio skyriaus dalyje* formuojamas žinių saugyklos (duomenų bazės) projektavimo procesas, paremtas valdymo informacinėmis sąveikomis. Domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos, grindžiamos detalizuota vertės grandine bei elementariu valdymo ciklu, prototipas pateikiamas *ketvirtoje šio skyriaus dalyje*.

3.1. Apibendrintas domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir dalykinių žinių atnaujinimo proceso modelis

Domeno žinių turinio identifikavimas ir dalykinių žinių atnaujinimas valdymo funkcinės priklausomybės atžvilgiu. *Modeliais grindžiamas žinių specifikavimas* – sisteminė analizė, kurios pagrindiniai žingsniai:

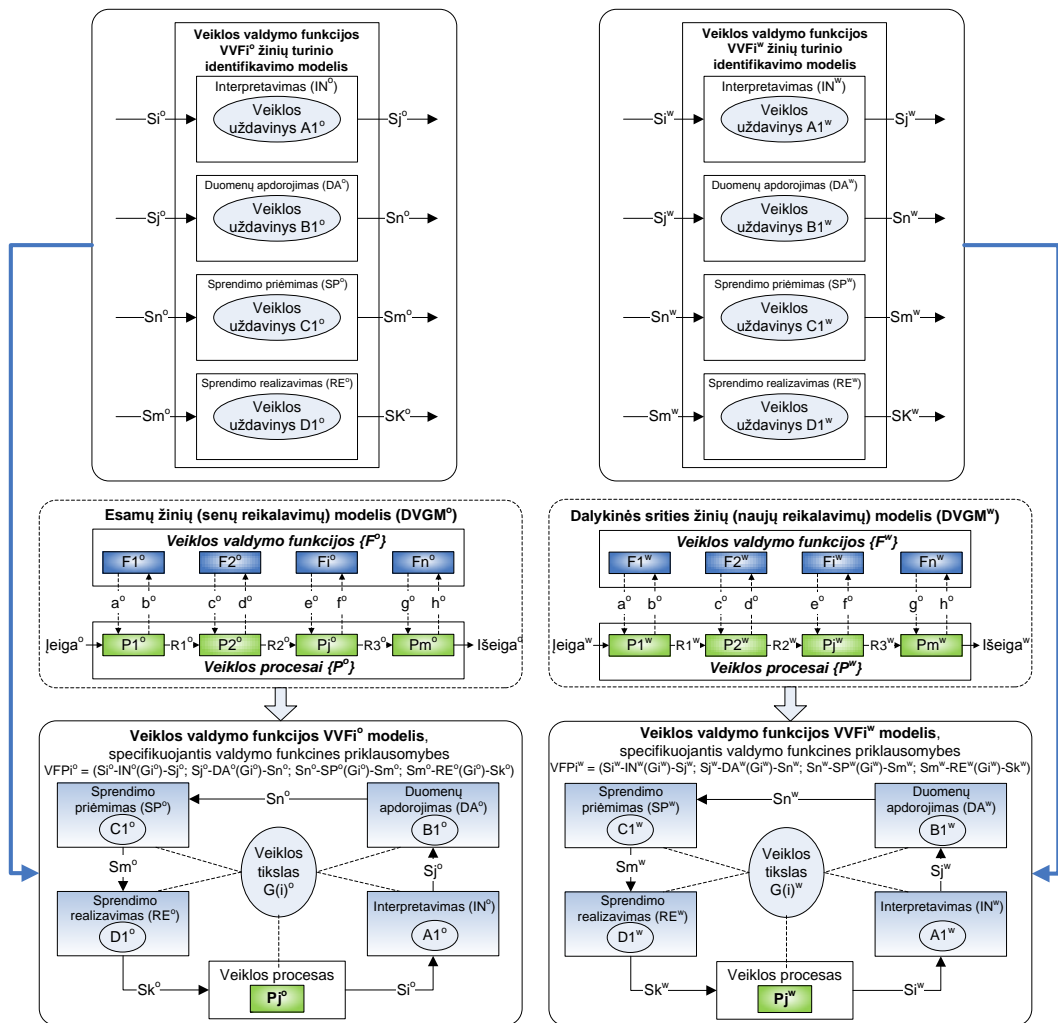
- a) žinių turinio identifikavimas – EVC komponentų žinių specifikavimas, naudojant pasirinktas žinių specifikavimo taisykles (pavyzdžiui, veiklos uždavinių modelius);
- b) ieškoma konkrečių valdymo funkcinių priklausomybių (VFP) ir jas realizuojančių valdomų procesų (VP), kiekvieną identifikuotą VFP atitinka (realizuoja) veiklos valdymo komponentas – valdomas procesas;
- c) identifikuotų valdomų procesų modeliavimas, specifikuojant jų vidinę sandarą kaip EVC – elementarius valdymo ciklus.

Principinė domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir dalykinių žinių atnaujinimo proceso modelio bendra schema pateikiama 25 paveiksle, detalizuota – 26 paveiksle.



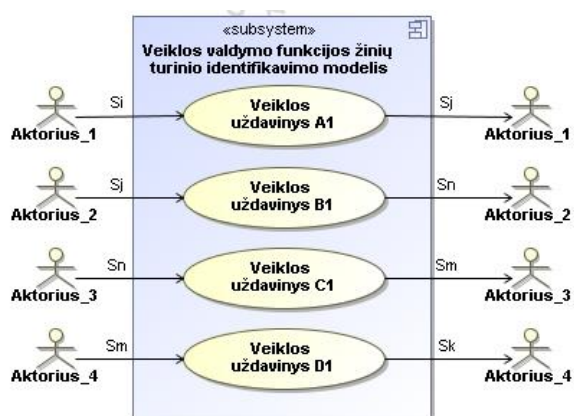
25 pav. Principinė domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir dalykinių žinių atnaujinimo proceso modelio bendra schema

Veiklos valdymo funkcinė priklausomybė (VFPI) yra konkrečios (i) veiklos valdymo funkcijos (VVF_i) komponentų būtinųjų informacinių sąveikų visuma, kurią specifikuoja konkretus *elementarus valdymo ciklas* (EVC_i) (žr. 26 pav.). Valdymo funkcinę priklausomybę (VFPI) sudaro EVC elementų funkcinių priklausomybių seka: $FP1 = (Si \rightarrow IN(G) \rightarrow Sj)$; $FP2 = (Sj \rightarrow DA(G) \rightarrow Sn)$; $FP3 = (Sn \rightarrow SP(G) \rightarrow Sm)$; $FP4 = (Sm \rightarrow RE(G) \rightarrow Sk)$ (žr. detalesnį (4) ir (5) formulių paaiškinimą 1-ame skyriuje).



26 pav. Principinė domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir dalykinių žinių atnaujinimo proceso modelio detalizuota schema

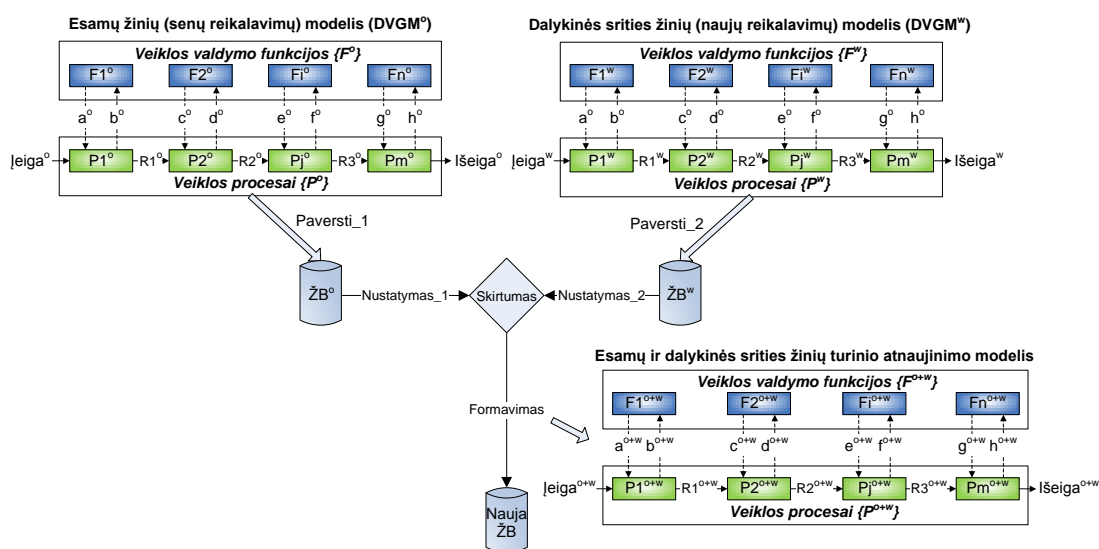
Sudarant veiklos valdymo funkcijos žinių turinio identifikavimo modelį *valdymo funkcinės priklausomybės* (VFPi) komponentai FP1, FP2, FP3 ir FP4 projektuojami iš žinių turinio identifikavimo modelio kaip kompiuterizuojami veiklos uždaviniai (angl. *Use Case*), sugrupuoti į tipus pagal EVC sandarą (27 pav.).



27 pav. Apibendrintas veiklos valdymo funkcijos žinių turinio identifikavimo modelis

Analizuojant principinę domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir dalykinių žinių atnaujinimo proceso modelio schemą galima tvirtinti, kad veiklos valdymo funkcijos (VVF_i) modelis čia tampa scenarijumi, kuris apibrėžia privalomas informacines sąveikas – būtinas, kad visi veiklos valdymo funkcijų (VVF_i) sudarantys uždaviniai būtų kompiuterizuoti.

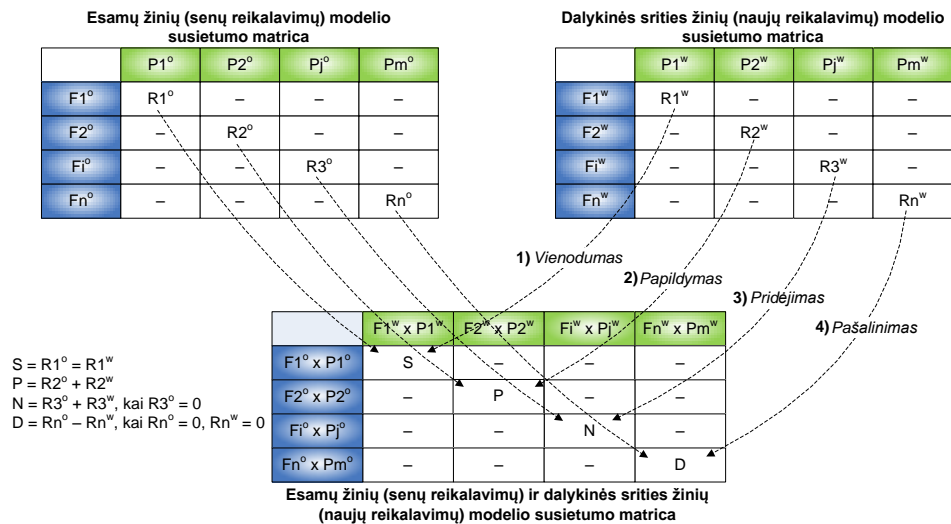
Esamų žinių ir dalykinės srities žinių modelių skirtumo nustatymo proceso grafinių iliustracijų pavyzdžiai. Esamų ir dalykinės srities žinių turinio atnaujinimo proceso modelio, grindžiamo valdymo informacinėmis sąveikomis, grafinė iliustracija pateikiama 28 paveiksle.



28 pav. Esamų ir dalykinės srities žinių turinio atnaujinimo proceso modelio grafinė iliustracija

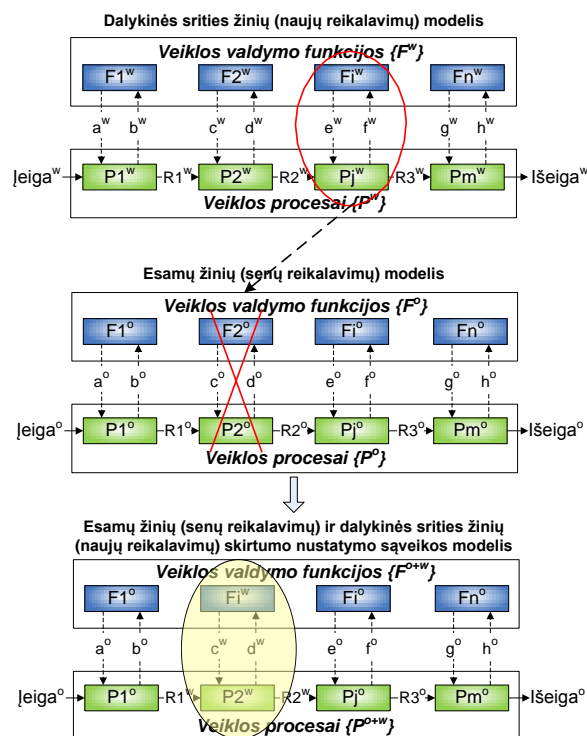
Esamų žinių (senų reikalavimų) ir dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) skirtumui nustatyti naudojamos susietumo matricos (29 pav.).

Galima išskirti keletą situacijų: 1) esamų ir dalykinės srities žinių vienodumas; 2) egzistuojančių žinių *papildymas* naujomis trūkstamomis dalykinės srities žiniomis; 3) naujų dalykinės srities žinių *pridėjimas* (*įtraukimas*); 4) esamų žinių (reikalavimų) *pašalinimas* (nebetenkina dalykinės srities reikalavimų, kompetencija darosi vis mažiau svarbi).



29 pav. Esamų ir dalykinės srities žinių skirtumo nustatymo susietumo matricos

Esamų žinių (senų reikalavimų) ir dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) skirtumo nustatymo proceso grafinis vaizdavimas parodomas 30 paveiksle.



30 pav. Esamų ir dalykinės srities žinių skirtumo nustatymo proceso grafinis vaizdavimas

Remiantis principine domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir

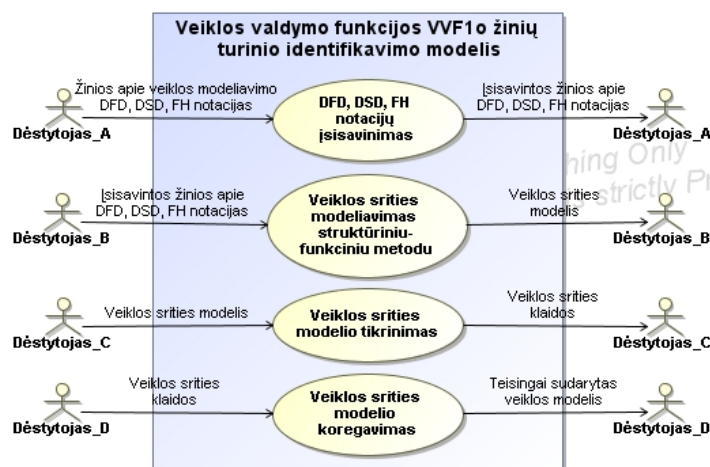
dalykinių žinių atnaujinimo proceso modelio detalizuota schema (žr. 26 pav.), toliau pateikiami sudaryti esamų bei dalykinės srities žinių modelių taikymo pavyzdžiai.

3.2. Esamų ir dalykinės srities valdymo žinių turinio identifikavimo bei atnaujinimo modelių taikymo pavyzdžiai

Šiame poskyryje pateikiami sudaryti esamų (pavyzdžiui, IS projektavimo disciplinos studijų) ir dalykinės srities (pavyzdžiui, specialistų veiklos) valdymo žinių turinio identifikavimo bei atnaujinimo modelių taikymo pavyzdžiai.

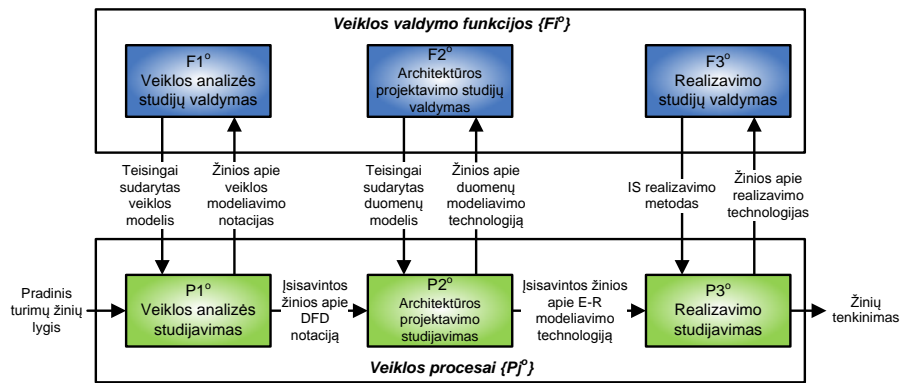
3.2.1. Esamų žinių (senų reikalavimų) turinio identifikavimo ir atnaujinimo modelis

Veiklos valdymo funkcijos VVF1^o (veiklos analizės valdymo) žinių turinio identifikavimo modelis vaizduojamas 31 paveiksle.



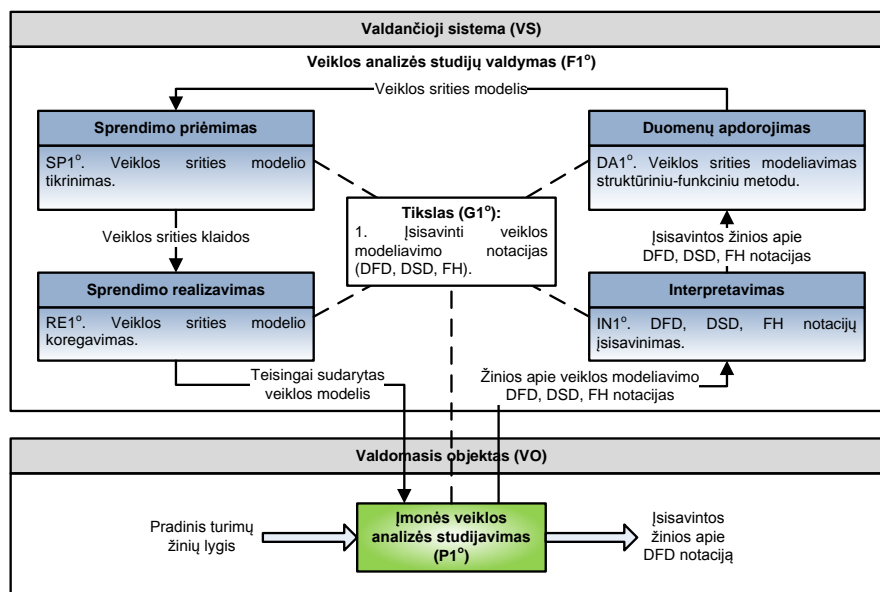
31 pav. Veiklos valdymo funkcijos VVF1^o (veiklos analizės valdymo) žinių turinio identifikavimo modelis

Apibendrintas IS projektavimo disciplinos studijų modelis pateikiamas 32 paveiksle.



32 pav. Apibendrintas IS projektavimo disciplinos studijų modelis

IS kuriamos atliekant technologiškai nuoseklią projektavimo darbų seką, kurią apibrėžia IS kūrimo gyvavimo ciklas. IS projektavimo gyvavimo ciklas susideda iš fazių, kurios atliekamos tam tikra eilės tvarka. Pavyzdžiui, detaliam apžvelgtas modeliujamos veiklos valdymo funkcijos $F1^{\circ}$ = „Veiklos analizės studijų valdymas“, kuri valdo veiklos procesą $P1^{\circ}$ = „Veiklos analizės studijavimas“ (žr. 32 pav.), elementarus valdymo ciklas (33 pav.).



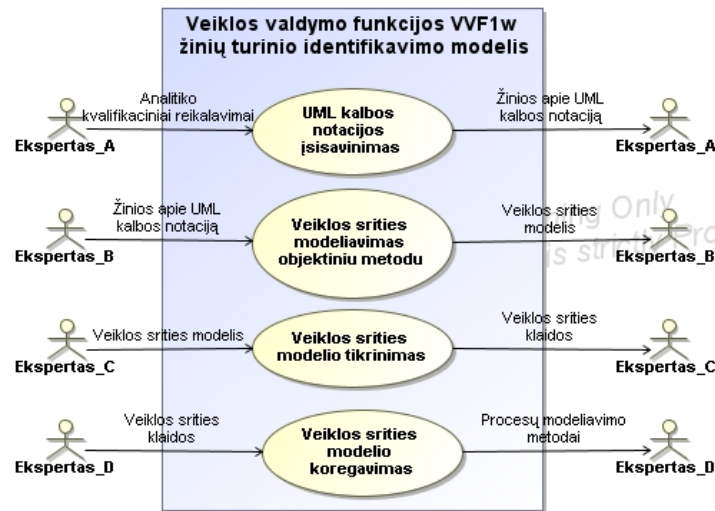
33 pav. Detalus valdymo funkcijos $F1^{\circ}$ = „Veiklos analizės studijų valdymas“ ir proceso $P1^{\circ}$ = „Įmonės veiklos analizės studijavimas“ sąveikos modelis

Palyginus su tradiciniais programinės įrangos kūrimo gyvavimo ciklais, IS inžinerijai reikalingas papildomas naujas etapas, vadinamu veiklos modeliavimu (čia pavadintas procesu $P1^{\circ}$ = „Įmonės veiklos analizės studijavimas“). Tai pats pirmasis IS inžinerijos žingsnis, vykdomas prieš

virtotojo reikalavimų analizę.

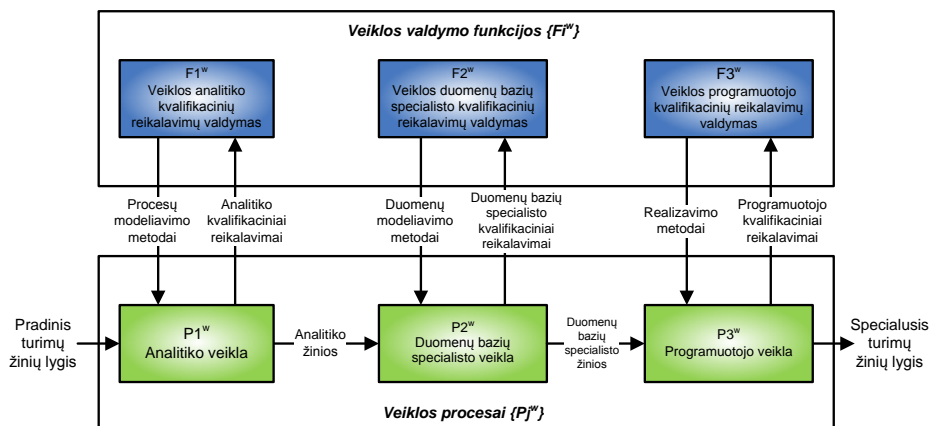
3.2.2. Dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) turinio identifikavimo ir atnaujinimo modelis

Veiklos valdymo funkcijos VVF1^w (veiklos analitiko kvalifikacinių reikalavimų valdymo) žinių turinio identifikavimo modelis vaizduojamas 34 paveiksle.



34 pav. Veiklos valdymo funkcijos VVF1^w (veiklos analitiko kvalifikacinių reikalavimų valdymo) žinių turinio identifikavimo modelis

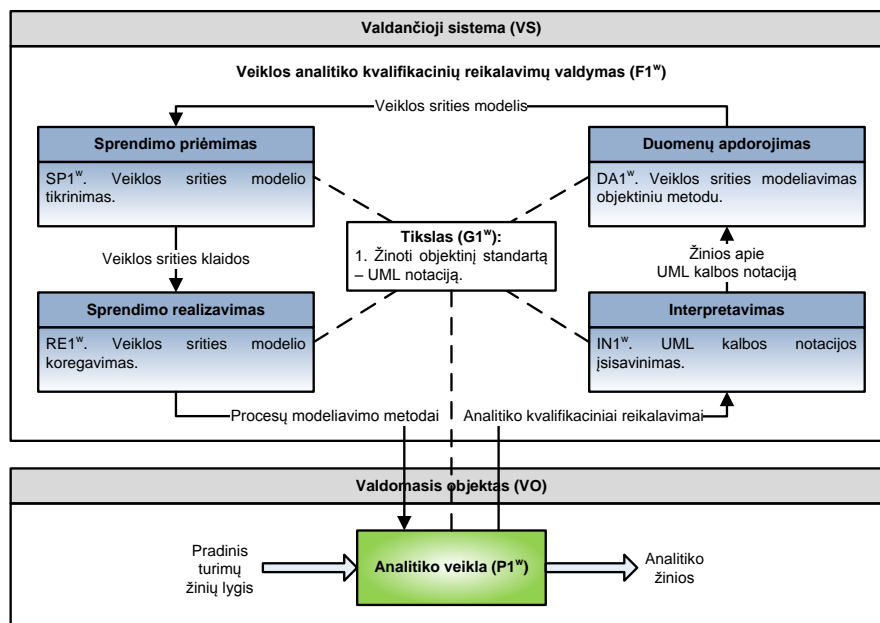
Apibendrintas IS projektavimo specialistų veiklos modelis pateikiamas 35 paveiksle.



35 pav. Apibendrintas IS projektavimo specialistų veiklos modelis

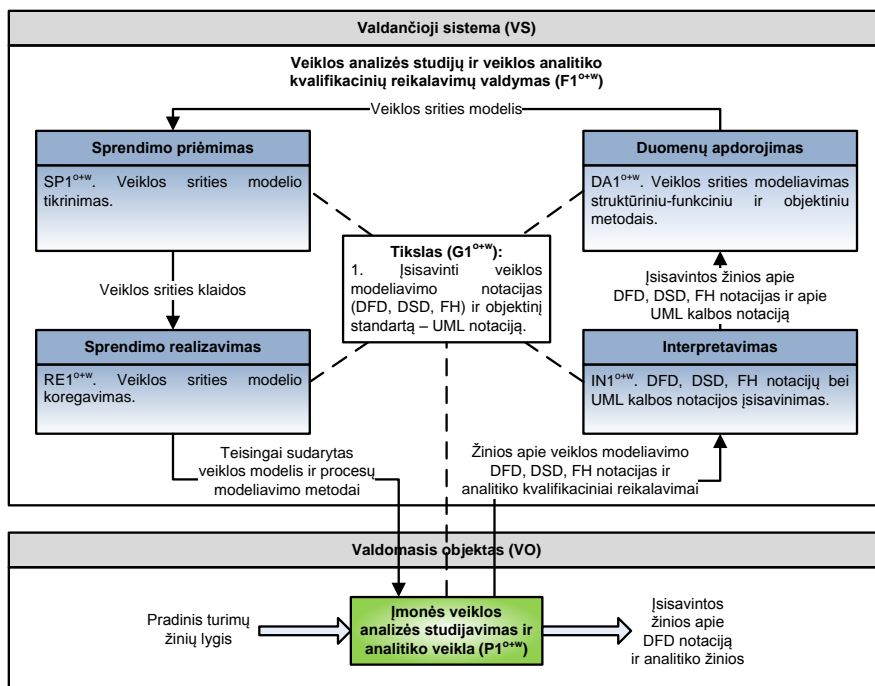
IS inžinierius yra sąlyginis kūrimo proceso dalyvis (analitikas, duomenų

bazės projektuotojas, programuotojas), kuris atlieka konkretų inžinerinį darbą tam tikrais IS gyvavimo ciklo etapais. Pavyzdžiui, detaliai apžvelgtas modeliuojamos veiklos valdymo funkcijos $FI^w = „Veiklos analitiko kvalifikacinių reikalavimų valdymas“$, kuri valdo veiklos procesą $PI^w = „Analitiko veikla“$ (žr. 35 pav.), elementarus valdymo ciklas (36 pav.).



36 pav. Detalus valdymo funkcijos $FI^w = „Veiklos analitiko kvalifikacinių reikalavimų valdymas“$ ir proceso $PI^w = „Analitiko veikla“$ sąveikos modelis

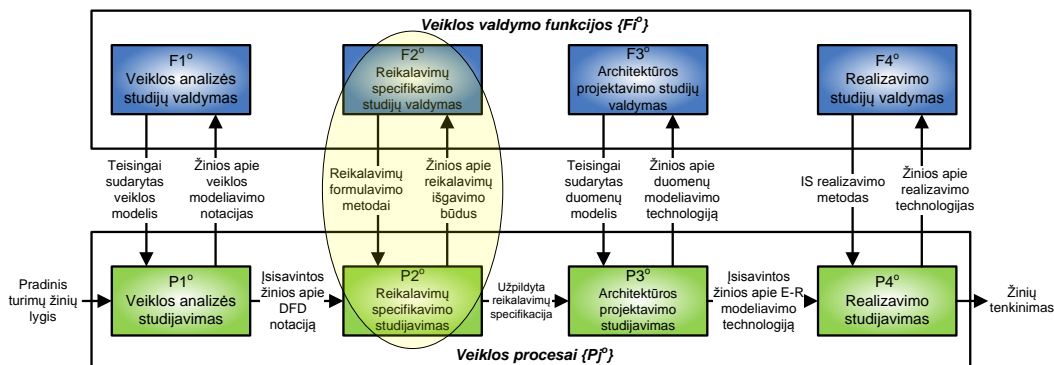
Tokiu būdu sudaromas bendras modeliuojamos veiklos valdymo funkcijos $FI^{o+w} = „Veiklos analizės studijų ir veiklos analitiko kvalifikacinių reikalavimų valdymas“$, kuri valdo veiklos procesą $PI^{o+w} = „Veiklos analizės studijavimas ir analitiko veikla“$ (žr. 33 ir 36 pav.), papildytas elementarus valdymo ciklas (37 pav.).



37 pav. Detalus valdymo funkcijos $F1^{o+w}$ = „Veiklos analizės studijų ir veiklos analitiko kvalifikacinių reikalavimų valdymas“ ir proceso $P1^{o+w}$ = „Veiklos analizės studijavimas ir analitiko veikla“ sąveikos modelis

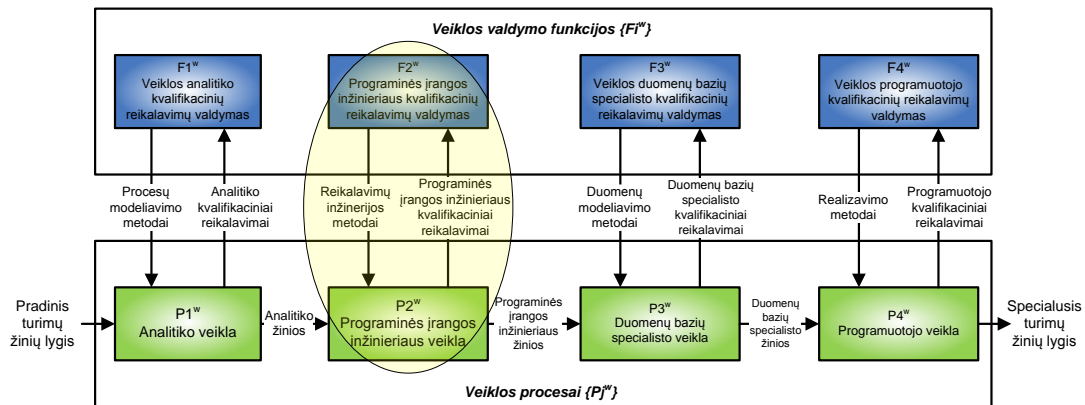
3.2.3. Esamų ir dalykinės srities žinių pridėjimo pavyzdys

Pavyzdžiui, naujos valdymo funkcijos $F2^o$ = „Reikalavimų specifikavimo studijų valdymas“ ir proceso $P2^o$ = „Reikalavimų specifikavimo studijavimas“ sąveikos žinių pridėjimas (įtraukimas) apibendrintame IS projektavimo disciplinos studijų modelyje iliustruojamas 38 paveiksle.



38 pav. Apibendrintas IS projektavimo disciplinos studijų modelis (po funkcijos $F2^o$ = „Reikalavimų specifikavimo studijų valdymas“ ir proceso $P2^o$ = „Reikalavimų specifikavimo studijavimas“ pridėjimo operacijos)

Pavyzdžiui, naujos valdymo funkcijos $F2^w =$ „Programinės įrangos inžinieriaus kvalifikacinių reikalavimų valdymas“ ir proceso $P2^w =$ „Programinės įrangos inžinieriaus veikla“ sąveikos žinių (reikalavimų) pridėjimas (įtraukimas) apibendrintame IS projektavimo specialistų veiklos modelyje iliustruojamas 39 paveiksle.



39 pav. Apibendrintas IS projektavimo specialistų veiklos modelis (po valdymo funkcijos $F2^w =$ „Programinės įrangos inžinieriaus kvalifikacinių reikalavimų valdymas“ ir proceso $P2^w =$ „Programinės įrangos inžinieriaus veikla“ pridėjimo operacijos)

Veiklos ciklas yra visuma veiklos procesų, kurie apima visą veiklos procesą – nuo pradžios iki pabaigos.

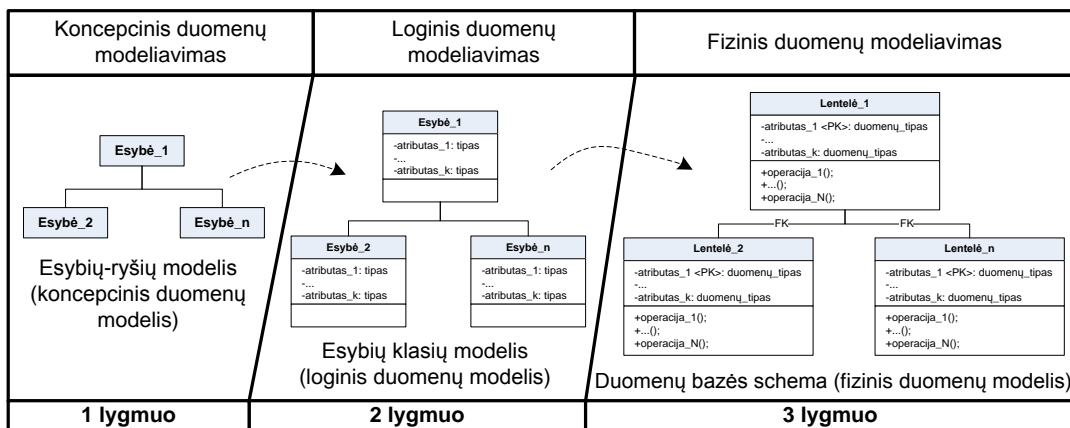
3.3. Žinių saugyklos (duomenų bazės) projektavimas

Klasikiniu yra tapęs realaus pasaulio modeliavimo būdas, kuris vadinamas *esybių-ryšių modeliavimu* (angl. *Entity-Relationship Modelling*). Labiausiai paplitęs duomenų analizės metodas buvo pasiūlytas Chen'o [31]. Duomenų modeliavimas yra paremtas organizacijų duomenų analize, o esybių-ryšių modeliavimas yra pagrindinis metodas [31], taikomas daugelio metodikų. Esybių-ryšių modeliavimo ypatumas – sudaromas conceptualus duomenų modelis, kuris gerai perteikia kompiuterizuojamos srities semantiką: įvardina realaus pasaulio objektus bei procesus, jų savybes (t. y. kaupiamų apie juos duomenų prasmę), įvardina objektų ir procesų prasminius santykius (ryšius).

Architektūriniu požiūriu IS projektavimą galime išskaidyti į šiuos

lygmenis (40 pav.):

- koncepcinis lygmuo – labiausiai abstraktus, jame kuriamas veiklos modelis, aprašantis funkcinius reikalavimus ir vartotojų požiūrį į IS;
- loginis lygmuo – parodo pagrindinius funkcinius komponentus ir jų sąryšį, nepriklausomai nuo techninių detalių bei funkcionalumo realizacijos;
- fizinis lygmuo – mažiausiai abstraktus, jis vaizduoja komponentų realizaciją ir jų ryšius.



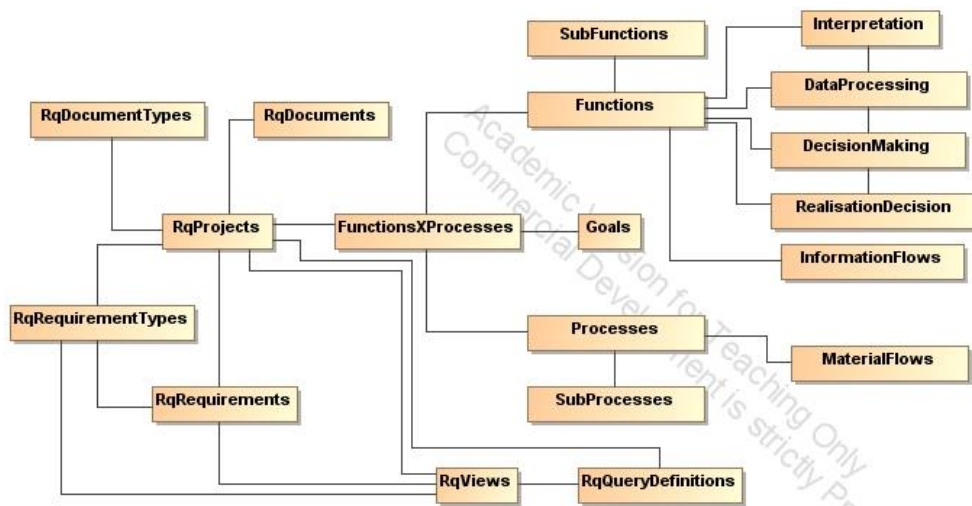
40 pav. Principinė IS projektavimo proceso schema (grafinė iliustracija)

Toliau parodomas kiekvieno duomenų modeliavimo procesas.

3.3.1. Koncepcinis duomenų modeliavimas

Koncepcinis modeliavimas – tai informacijos apie kurią nors realaus pasaulio sritį sisteminimo bei vaizdaus pateikimo metodas. Pirmasis duomenų bazės projektavimo etapas ir yra visų dominančių esybių įvardijimas, atranka, klasifikavimas [204]. Tokiu būdu modelis kuriamas, atsižvelgiant į dalykinėje srityje nustatytus konceptus ir ryšius tarp jų.

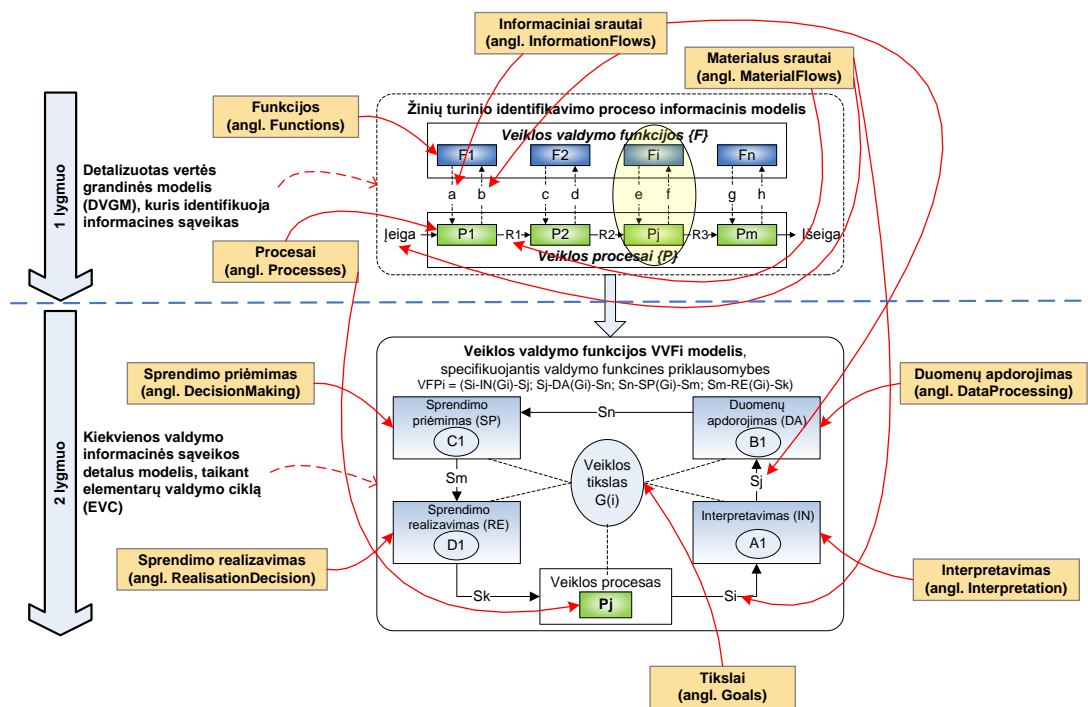
Žinių saugyklos esybių-ryšių modelis (*MagicDrawTM* priemonės aplinkoje) vaizduojamas 41 paveiksle.



41 pav. Esybių-ryšių modelis (konceptinis duomenų modelis)

Architektūros atžvilgiu svarbūs elementai apima pagrindines klases, kurios vaizduoja pagrindines veiklos esybes: *Functions* (lietuviškai *Funkcijos*), *Interpretation* (*Interpretavimas*), *DataProcessing* (*Duomenų apdorojimas*), *DecisionMaking* (*Sprendimo priėmimas*), *RealisationDecision* (*Sprendimo realizavimas*), *InformationFlows* (*Informaciniai srautai*), *Processes* (*Procesai*), *MaterialFlows* (*Materialus srautai*), *Goals* (*Tikslai*), *FunctionXProcess* (*Funkcijos ir Proceso sankirta*), *SubFunctions* (*Subfunkcijos*), *SubProcesses* (*Subprocesai*), *RqProjects* (*Projektai*), *RqDocumentTypes* (*Dokumento tipai*), *RqDocuments* (*Dokumentai*), *RqRequirementTypes* (*Reikalavimo tipai*), *RqRequirements* (*Reikalavimai*), *RqViews* (*Vaizdai*) ir *RqQueryDefinitions* (*Užklausos apibrėžimai*). Sukurtos lentelės pilnai apibūdina kiekvieną sistemoje saugojamą objektą.

Principinė domeno valdymo žinių turinio atnaujinimo proceso modelio schema (anksčiau pateikta 26 pav.) toliau papildoma esybėmis (klasėmis), kuriose specifikuojamos esamos ir dalykinės srities žinios (42 pav.).

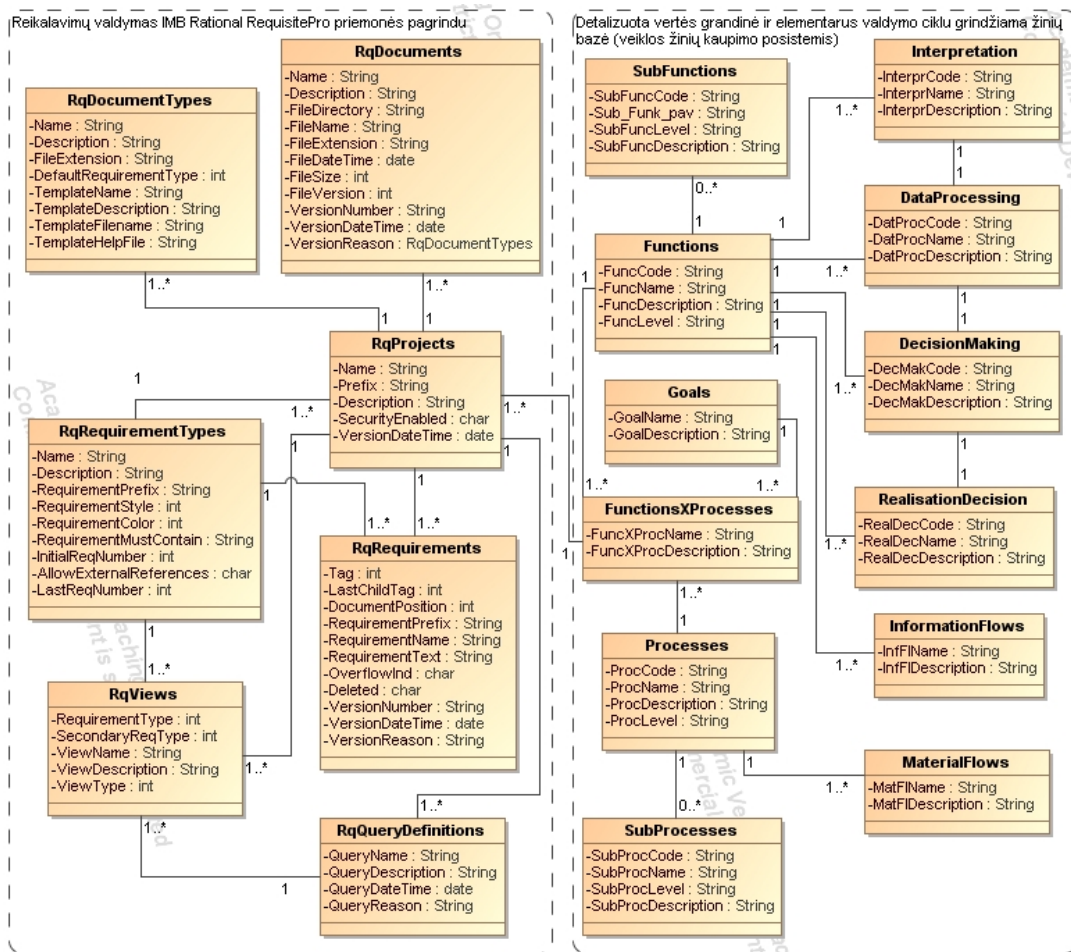


42 pav. Esybėmis papildyta principinė domeno valdymo žinių turinio atnaujinimo proceso modelio schema

Ši schema leidžia pereiti prie kito projektavimo etapo – detalaus dalykinės srities esybių klasių modelio sudarymo.

3.3.2. Loginis duomenų modeliavimas

Reliacinės duomenų bazės (toliau vadinama – DB) modelį atitinka reliacinė DB schema. Reliacinės DB schema susideda iš esybių, sąryšių ir jų atributų (nurodant domeną) sąrašo. Sukurtas dalykinės srities esybių klasių modelis (loginis duomenų modelis) pateikiamas 43 paveiksle. Čia dalykinė sritis – tai ta realios aplinkos dalis, kurios savybių aprašymams saugoti kuriama žinių saugykla (duomenų bazė).



43 pav. Dalykinės srities esybių klasių modelis (loginis duomenų modelis)

CASE sistemos žinių bazė yra visos CASE sistemos saugyklos dalis, kurioje saugoma formalizuoto veiklos modelio specifikacija ir ja remiantis sudarytas konkretus veiklos modelis – žinios apie kompiuterizuojamą dalykinę sritį. Reikalavimų valdymas atliekamas *IBM Rational RequisitePro*TM priemonės pagrindu, o žinių bazės struktūra grindžiama detalizuota vertės grandine ir elementariu valdymo ciklu (žr. 43 pav.). Pasak S. Gudo [68], veiklos žinių kaupimo posistemis yra esminė žiniomis grindžiamos CASE priemonės sudedamoji dalis, intelektualizuojanti IS kūrimo procesą.

Reikalavimų valdymas *IBM Rational RequisitePro*TM priemonės pagrindu. *IBM Rational RequisitePro*TM – reikalavimų specifikavimo CASE priemonė, leidžianti struktūrizuoti saugoti ir analizuoti įvairių tipų tekstinius reikalavimus bei jų ryšius. Reikalavimai kuriami bei koreguojami pačiame *IBM Rational RequisitePro*TM arba (ir tai yra rekomenduojamas sprendimas)

*Microsoft Word*TM dokumentuose, kuriuose esantis tekstas yra dinamiškai susiejamas su įrašais *IBM Rational RequisitePro*TM reikalavimų duomenų bazėje. Tokiu būdu užtikrinama galimybė centralizuotai valdyti neribotame kiekyje skirtingų dokumentų esančius įvairius reikalavimus [189], taip pat sekti jų pokyčius, loginius sąryšius, filtruoti reikalavimus pagal norimas jų charakteristikas ir atlikti kitas operacijas, kurios, dirbant tik su *MS Word*TM programa, užimtų daug laiko arba būtų neįmanomos. Projektas *IBM Rational RequisitePro*TM priemonėje apibrėžiamas taip: reikalavimų tipų, reikalavimų dokumentų ir pačių reikalavimų rinkinys, apibrėžiantis projekto vartotojų teises.

Detalizuota vertės grandine ir elementariu valdymo ciklu grindžiama žinių bazė. Žinių bazės struktūra skirta saugoti domeno valdymo informacijos transformavimo „interpretavimo“, „duomenų apdorojimo“, „sprendimo priėmimo“, „sprendimo realizavimo“ procedūrų žingsnius (valdymo taisykles) bei atributus (duomenis). Iš DVGM ir EVC ištraukti domeno parametrai saugomi žinių bazėje, o po to žinios panaudotos numatytų taikomųjų sričių problemoms spręsti (pavyzdžiui, esamų ir dalykinės srities žinių skirtumui nustatyti). Siūlomas sprendimas skirtas kurti įvairius DVG modelius. Jo paskirtis sukurti reikiamus procesus, funkcijas, srautus, subfunkcijas, subprocesus ir kitus elementus, o sankirtoje viską sujungti. Vienas procesas gali būti jungiamas su keliomis funkcijos ar atvirkščiai, tokiu būdu galima sukurti įvairaus lygio DVGM.

Duomenų bazės schemai (vadinamajai DDL diagramai) vaizduoti *MagicDraw* CASE priemonėje naudojamas *Generic DDL* (angl. *Data Definition Language*) profilis, o transformavimui iš UML į DDL – *Model Transformation*.

3.3.3. Fizinis duomenų modeliavimas

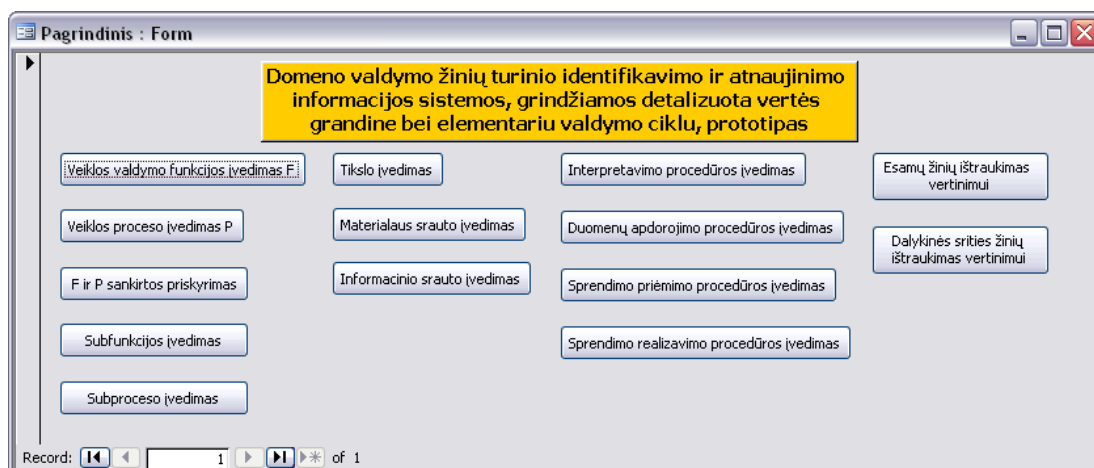
Skirtingai nuo loginio duomenų modelio, kuriant fizinį duomenų modelį, yra žinomas ne tik DB tipas, bet ir konkreti duomenų bazių valdymo sistema. Šiuo atveju pasirinkta duomenų bazių valdymo sistema *Microsoft Access*TM

(atsižvelgta į jos suderinamumą su *IBM Rational RequisiteProTM* priemone). Esybių klasių modelio transformavimas į DB schemą atliktas taikant *MagicDrawTM* priemonę. Šios priemonės aplinkoje meniu **Tools** > **Model Transformations** pasirenkamas transformacijos tipas „UML to generic DDL“ ir „Standard SQL“. Transformacijos rezultatas (duomenų bazės schema) pateiktas 3 priede.

3.4. Domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos prototipas

Domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos, grindžiamos detalizuota vertės grandine bei elementariu valdymo ciklu, prototipo realizacijai pasirinkta *MS AccessTM* priemonė. Pažymėtinas pasiūlyto sprendimo lankstumo aspektas – galimybė integruoti domeno žinių bazę su studijų programos reikalavimų valdymo sistema (realizuojant žinių posistemį egzistuojančioje CASE sistemos aplinkoje). Šios sistemos prototipo pagrindas – pasirinkto objekto funkcijos, procesai (kurie yra DVGM esmė) bei atributai. Sistemos prototipe vaizduojamas pirmasis DVGM lygmuo (galima atlikti nuleidimą iki n-tojo lygio) bei funkcijos-proceso sankirtos atributų sąrašas gali būti pildomas pagal poreikius. Naudojantis domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos prototipu galima surasti visas funkcijų ir procesų sankirtas, taip pat joms priklausančius atributus.

Domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos prototipo atvaizdas (*MS AccessTM* priemonės aplinkoje) pateikiamas 44 paveiksle.



44 pav. Domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos prototipo atvaizdas (*MS AccessTM* priemonės aplinkoje)

Domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos, grindžiamos detalizuota vertės grandine bei elementariu valdymo ciklu, prototipo vaizdai pateikiami 4 priede.

Taip pat sistemos prototipas bus naudojamas pasiūlytame dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo eksperimentiniame tyrime.

3.5. Trečiojo skyriaus apibendrinimas ir išvados

1. Remiantis sukonstruota principine domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir dalykinių žinių atnaujinimo proceso modelio schema, sudaryti veiklos valdymo funkcijų žinių identifikavimo modeliai, kurie specifikuoja empirinę informaciją (valdymo funkcinės priklausomybės fragmentus), sutvarkytą pagal pasirinktas žinių specifikuojimo taisykles (veiklos uždavinių modelius).
2. Sudarytas domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir dalykinių žinių atnaujinimo proceso modelis, susidedantis iš apibendrintų bei detalizuotų informacijos sistemos projektavimo disciplinos studijų ir specialistų veiklos modelių (modifikuotų DVGM ir EVC), leidžiančių atvaizduoti esamas ir dalykinės srities žinias.

3. Žinių saugyklos, grindžiamos valdymo informacinėmis sąveikomis, projektavimo etape yra sukurta duomenų bazės schema, pavaizduojanti kompiuterizuojamos srities semantiką ir parodanti statinę duomenų struktūrą.
4. Domeno valdymo žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos, grindžiamos detalizuota vertės grandine ir elementariu valdymo ciklu, prototipo pagrindu yra randamos funkcijų bei procesų sankirtos, taip pat joms priklausantys atributai.

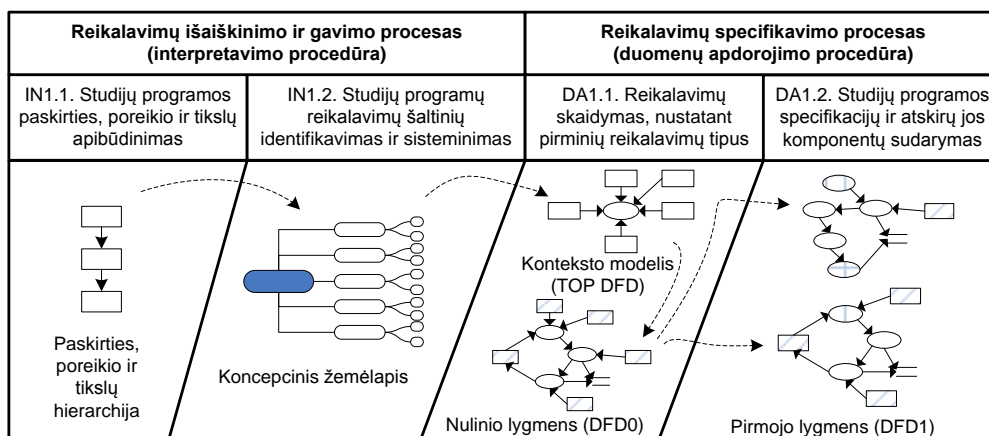
4. ŽINIŲ TURINIO IDENTIFIKAVIMO IR ATNAUJINIMO METODO TAKYMAS STUDIJŲ PROGRAMOS REIKALAVIMŲ ANALIZEI BEI PROGRAMOS TURINIO ATNAUJINIMUI

Pirmoje šio skyriaus dalyje vyksta studijų programos reikalavimų išaiškinimas ir specifikavimas. Sukurta originali studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistema pristatoma *antroje šio skyriaus dalyje*. *Trečioje šio skyriaus dalyje* pateikta šios sistemos taikymo metodika, leidžianti analizuoti ir vertinti reikalavimus informatikos studijų programoms, modernizuoti šių studijų programų struktūrą bei atnaujinti žinių turinį.

4.1. Studijų programos reikalavimų išaiškinimas ir specifikavimas

Toliau siekiama kompiuterizuoti sudaryto apibendrinto dalykinės srities žinių turinio identifikavimo proceso informacinį modelį (žr. 20 pav.) bei jo detalaus *valdymo funkcijos* $F1 = „Studijų programos sudarymo / vykdymo valdymas“$ ir *proceso* $P1 = „Studijų programos sudarymas / vykdymas“$ sąveikos modelį jungiant IS inžinerijos metodus bei priemones. Pasiūlytas *automatizuotas (CASE priemonėmis grindžiamas) reikalavimų inžinerijos procesas* studijų programai sudaryti (analizuoti ir specifikuoti). Ekspertinis vertinimas užtikrina kūrimo ir atnaujinimo proceso pradžią (pradinių reikalavimų formulavimas) bei pabaigą (atnaujintos studijų programos vertinimas ir akreditacija), o IS inžinerijos priemonės įgyvendina formalizuotą kūrimo procesą, kuriame programos tikslai, uždaviniai ir detalūs reikalavimai iteratyviai transformuojami, tobulinant veikiančią sistemą [21].

Studijų programos reikalavimų išaiškinimo ir specifikavimo procesų modelio schema (grafinė iliustracija) pateikiama 45 paveiksle, kurioje atskirti pirmi dviejų „Interpretavimo“ ir „Duomenų apdorojimo“ procedūrų etapai.



45 pav. Studijų programos reikalavimų išaiškinimo ir specifikavimo procesų modelio schema (ilustruojami „Interpretavimo“ ir „Duomenų apdorojimo“ procedūrų etapai)

4.1.1. Reikalavimų išaiškinimo ir gavimo procesas (interpretavimo procedūra)

Toliau aprašomi pagrindiniai „Interpretavimo“ procedūros etapai (žingsniai):

Studijų programos paskirties, poreikio ir tikslų apibūdinimas (žingsnis IN1.1). Iteratyvus studijų programų inžinerijos procesas prasideda nuo paskirties, poreikio ir tikslų apibrėžimo.

Studijų programos paskirtį rodo ekonominis, technologinis, socialinis ir kultūrinis jos kontekstas ir reikalingumas. Apibūdinant studijų programos paskirtį, nurodomi politiniai ir juridiniai dokumentai (tarptautinės direkyvos, Lietuvos ir Europos Sąjungos strateginiai dokumentai ir kiti), su kurių turiniu siejasi studijų programa. Taip pat kalbama apie atskirų visuomeninės ir profesinės veiklos sričių strategijas, plėtros programas, tyrimus ir studijas. Jas nagrinėti naudinga ne tik programos paskirčiai sukongretinti, bet ir platesniam perspektyviniam jos reikalingumui pagrįsti.

Studijų programos poreikio formulavimas susijęs su programos paskirtimi. Pagrindžiant programos poreikį, įrodomas jos absolventų reikalingumas visose galimose jų profesinės veiklos ir reikimosi srityse. Remiamasi valstybės ir visuomenės institucijų, pramonės ir verslo

organizacijų, profesinių asociacijų ir organizacijų, studentų, kitų socialinių dalininkų argumentais, specialistų poreikio tyrimais, prognozėmis, tarptautine patirtimi [133]. Pagrindžiant studijų programos poreikį, komentuojami socialinių dalininkų (visų pirma potencialių darbdavių) argumentai apie programos poreikį, programos absolventų galimybes įsidarbinti, reikalingas kompetencijas [103, 105].

Formuluojant studijų programos tikslus, remiamasi jos paskirties detalizavimu bei keliamas klausimas, ką programos absolventai turėtų veikti nurodytose srityse. Taip pat programos tikslai apibrėžiami remdamiesi ne tik absolventų veiklos prognozėmis, bet ir tradiciniu bendresniu požiūriu į konkrečių studijų krypties absolventų kompetencijų sritis. Aukštojo mokslo programos tikslai turėtų derėti su reikalavimais, formuluojamais pastarojo meto Europos Sąjungos dokumentuose.

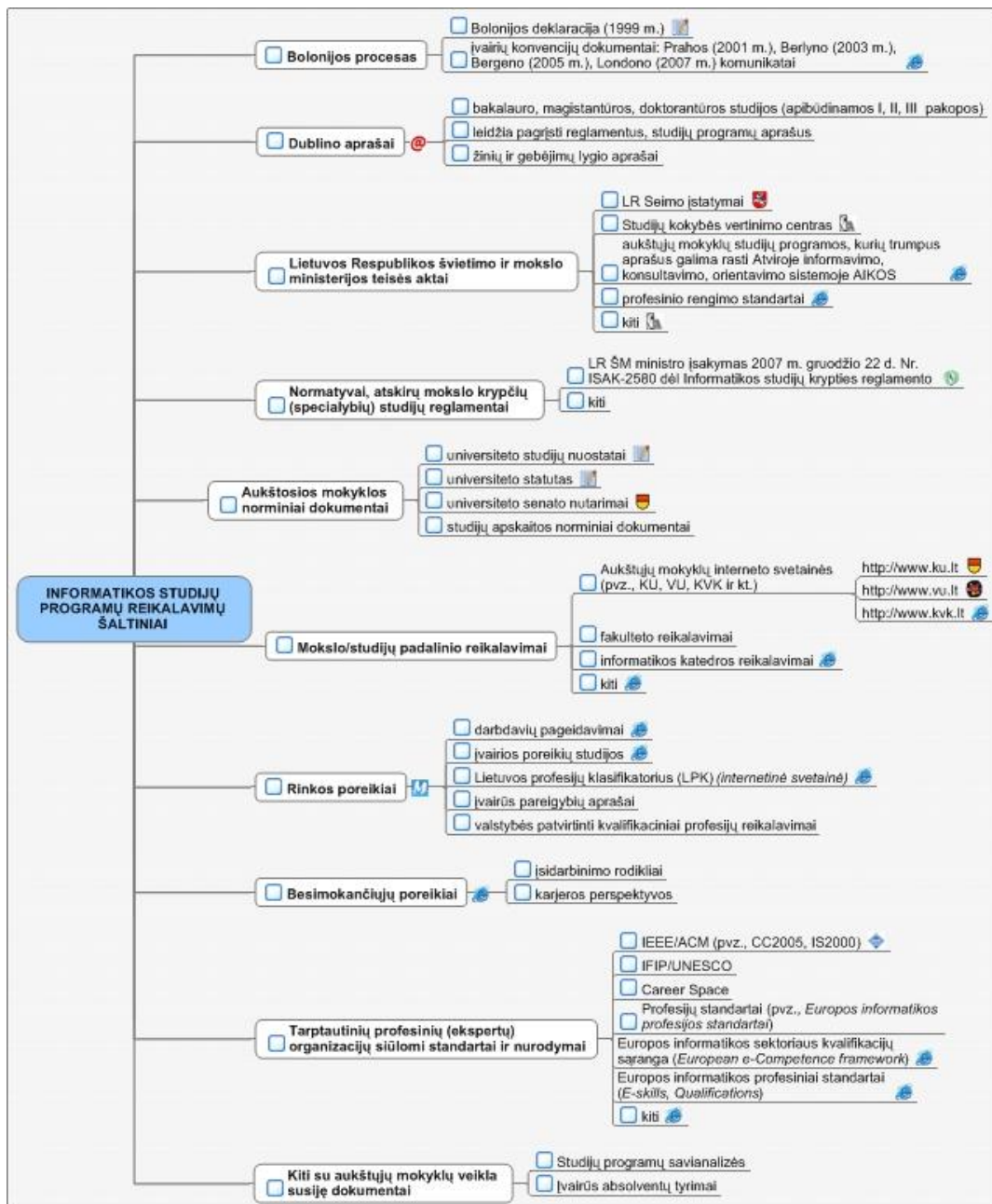
Formuojant paskirtį, poreikį ir tikslus, svarbu:

- studijų pakopa (I pakopa – pagrindinės studijos, II pakopa – magistrantūra ir jai prilygstančios studijos). Dublino aprašai (angl. *Dublin Descriptors*) apibūdina studijų pakopą, nurodo gebėjimų lygmenis, kuriuos studentas turėtų pasiekti (turėti), baigęs kiekvieną iš pakopų [152];
- studijų sritis ir kryptis, pagal kurias vyksta studijos aukštosiose mokyklose [113]. Studijų krypties aprašų sandarą nusako studijų pakopa, studijų siekiniai (rezultatai), kompetentingumo lygmuo ir studijų trukmė, išreikšta kreditais;
- atitikimas teisinėms aktams. Pavyzdžiui, Studijų krypties reglamentas taikomas neuniversitetinėms ir universitetinėms pagrindinėms studijoms, jo tikslas – padėti aukštosioms mokykloms rengti ir vertinti studijų programas [112].

Studijų programų reikalavimų šaltinių identifikavimas ir sisteminimas (žingsnis IN1.2). Nors egzistuoja daug įvairių reikalavimų inžinerijos apibrėžimų, visų jų pabrėžiama, kad reikalavimai apima potencialių vartotojų (užsakovų) lūkesčius ir supratimą apie tai, ką jų poreikiai reiškia

kuriamos sistemos modelio terminologijoje. Reikalavimų inžinerija yra glaudžiai susijusi su IS inžinerija, kuri daugiau dėmesio skiria vartotojo norimos sistemos kūrimo procesams. Jos esminis uždavinys – apibrėžti probleminę sritį ir po to susieti šią sritį su informacija, kuri gaunama plėtojant projektą. Tik tokiu būdu galima kontroliuoti ir valdyti projekto eigą. Tinkamas reikalavimų nustatymas leidžia suderinti ir vizualizuoti kuriamą produktą. Šiame etape analizuojami potencialūs šaltiniai, iš kurių išgaunami pirminiai reikalavimai [44, 172]. Nustatyti potencialūs reikalavimų šaltiniai susistemunami ir yra vaizduojami modelyje, pasirinkus konceptų žemėlapią, kuris pateikiamas 46 paveiksle, notaciją.

Konceptų žemėlapis – pirmas automatizuoto studijų programų kūrimo proceso artefaktas, leidžiantis identifikuoti ir greitai pasiekti (per Internetą ar lokalią dokumentų valdymo sistemą) visus reikalingus norminius dokumentus. Atnaujinant studijų programos turinį, svarbiausi yra dalykiniai (funkciniai) reikalavimai [12]. Jie išgaunami iš identifikuotų šaltinių pasitelkiant taikytinas pedagogines teorijas ir B. S. Bloom pažinimo tikslų taksonomiją [23].



46 pav. Informatikos studijų programų reikalavimų šaltiniai (*Mindjet MindManager Pro™* priemonės [125] formato koncepcinis žemėlapis)

Kaip matoma 46 paveiksle, įstaigoms, kurios rengia informatikos srities specialistus, tenka gana sudėtingas uždavinys – parengti tokias studijų programas, kad jos kuo geriau atitiktų tiek pačios švietimo įstaigos ir besimokančiųjų, tiek visų suinteresuotųjų interesus. Šiame kontekste labai svarbūs tampa darbdavių pageidavimai, nes tinkamai atsižvelgiant į juos galima sumažinti vis dar esamų darbdavių nepasitikėjimą baigusiais [22, 118,

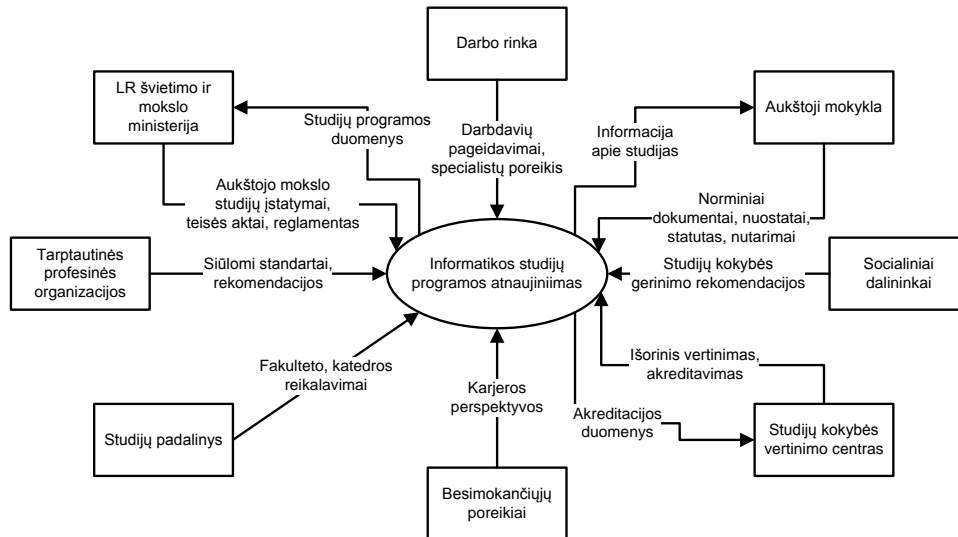
170].

Studijų programų aprašymas* (žingsnis IN1.3). Studijų programos dalis kuriama pagal tam tikras taisykles toliau detalizuojant konkretų profesinio rengimo standartą/studijų krypties reglamentą. Šio detalizavimo esmė – skaidyti tikslus, t. y. išskaidyti tolesnius tikslus į vidutinius, vidutinius į tiesioginius ir t. t. Šis teiginys pabrėžia labai panašią profesinio rengimo standartų/studijų krypties reglamentų ir studijų programų kūrimo metodiką. Kuriant studijų programą, detalizuojama tai, kas užfiksuota standartu/reglamentu. Būtina pabrėžti, kad lietuviškas profesinio rengimo standarto modelis savaime yra labai detalus. Jis fiksuoja ne tik tolimuosius profesinio rengimo tikslus, t. y. kompetencijas, kaip veiklos pagrindinius uždavinius, bet ir iš jų išvedamus vidutinius mokymo tikslus. Todėl konkrečios mokymo programos, kurias rengia profesinio mokymo įstaigos, visų pirma įtraukia tai, kas jau apibūdinta profesinio rengimo standartais. Pavyzdžiui, detalaus *valdymo funkcijos F1* = „*Studijų programos sudarymo / vykdymo valdymas*“ ir *proceso P1* = „*Studijų programos sudarymas / vykdymas*“ sąveikos modelio pirmosios valdymo proceso ciklo fazės „*Interpretavimas*“ trečio žingsnio taisyklių aprašymas pateiktas 5 priede (5.1 lentelė).

4.1.2. Reikalavimų specifikavimo procesas (duomenų apdorojimo procedūra)

Reikalavimų skaidymas, nustatant pirminių reikalavimų tipus (žingsnis DA1.1). Reikalavimų formulavimas (angl. *requirements structuring*) – procesas, naudojantis įvairius sisteminius ir standartinius, gerai struktūrizuotus metodus tam, kad būtų sumodeliuota reali aplinka. Struktūrinė-funkcinė metodika leidžia realybę suvokti kaip sistemos funkcijų hierarchiją. Reikalavimams modeliuoti pasirinkta duomenų srautų diagramų (angl. *Data Flow Diagram – DFD*) notacija. Šis metodas sudaro galimybę išskaidyti (dekomponuoti arba nuleisti žemyn) pradinius reikalavimus iki priimtino detalumo taip, kad jie kartu sudaro hierarchinę reikalavimų sistemą, kuri yra lengviau ir geriau suprantama. Modeliavimas pradedamas nuo aukščiausiojo

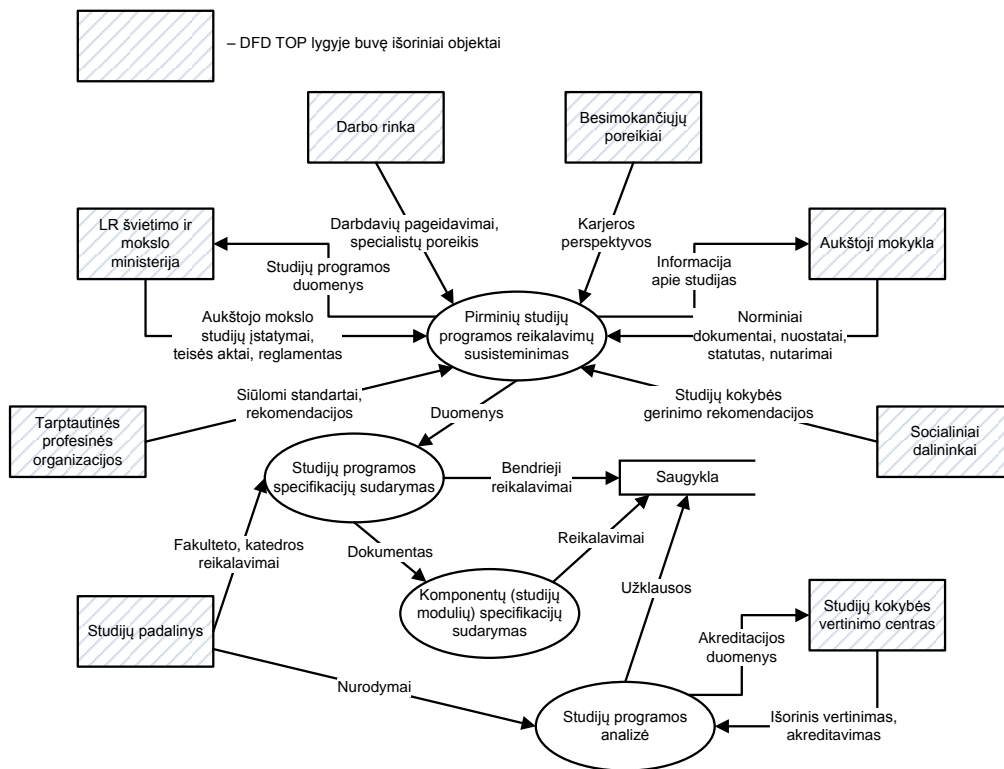
lygmens DFD sudarymo, siekiant aprašyti veiklos srities materialias ir informacines sąveikas su aplinka. „Informatikos studijų programos atnaujinimo“ proceso konteksto modelis (aukščiausiojo lygmens TOP DFD), kuris toliau detalizuojamas pagal reikalavimų tipus, pateikiamas 47 paveiksle.



47 pav. Proceso „Informatikos studijų programos atnaujinimas“ konteksto modelis (aukščiausiojo lygmens TOP DFD)

Konteksto modelis parodo sistemos ribas: įvardina vieną pagrindinį procesą „Informatikos studijų programos atnaujinimas“, išorės dalyvius, įeigos ir išeigos srautus.

Nulinio lygmens DFD (DFD0) detaliau aprašo (dekomponuoja arba nuleidžia žemyn) aukščiausiojo lygmens DFD modelį, parodydamas studijų programos struktūrą – specifikuoja svarbiausius procesus bei jų sąveiką (48 pav.).

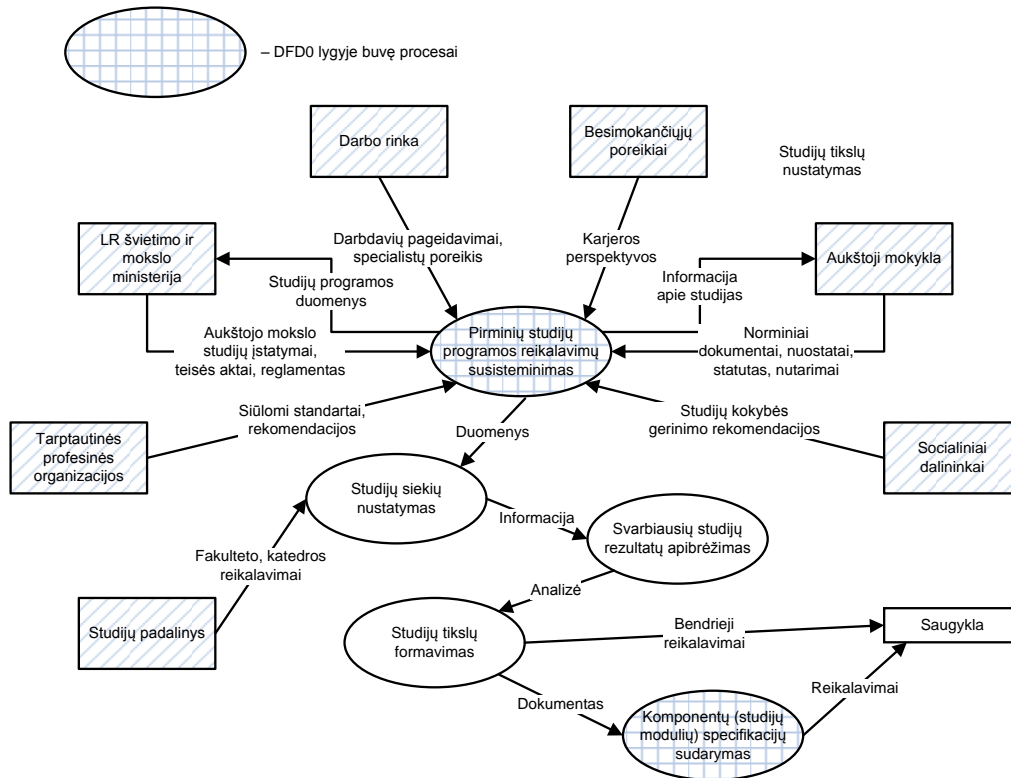


48 pav. Proceso „Informatikos studijų programos atnaujinimas“ pagrindinių subprocesų modelis (nulinio lygmens DFD0)

Toliau šis modelis dekomponuojamas, sudaromi žemesniųjų lygmenų procesų modeliai. Taip suformuojami detalūs reikalavimai studijų programai ir atitinkanti šiuos reikalavimus studijų programos struktūra.

Studijų programos specifikacijų ir atskirų jos komponentų (studijų modulių) specifikacijų sudarymas (žingsnis DA1.2). Atlikus tikslų, poreikių ir pirminių reikalavimų šaltinių analizę, kuriamos studijų programos ir atskirų jos komponentų (studijų modulių) specifikacijos. Atsižvelgiama į žinių, mokėjimų, įgūdžių reikalavimus, programos ir jos komponentų (modulių) apimties normatyvus, galimus modulių tipus (privalomas, pasirenkamas). Reglamentas yra studijų programos kūrimo pagrindas, todėl reglamento parametrai sąlygiškai priskirtini studijų programai. Tokiu būdu kuriant studijų programą detalizuojama tai, kas užfiksuota reglamente. Bet kurioje specifikacijų sudarymo fazėje gali atsirasti būtinybė sugrįžti prie vartotojo poreikių analizės etapo, norint gauti naujus arba patikslinti esamus reikalavimus.

Pirmojo lygmens DFD1, kuriose dekomponuoti „Studijų programos specifikacijų sudarymas“ ir „Komponentų (studijų modulių) specifikacijų sudarymas“ procesai iš nulinio lygmens DFD0, pateikiamos 49 ir 50 paveiksluose.

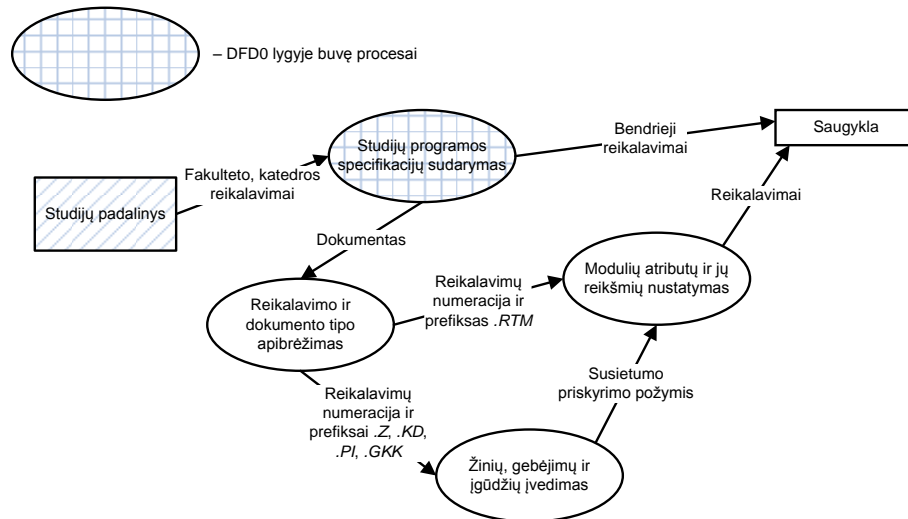


49 pav. Proceso „Studijų programos specifikacijų sudarymas“ modelis (pirmojo lygmens DFD1)

„Studijų programos specifikacijų sudarymo“ procesas susideda iš vienas po kito logine seka einančių etapų. Detalizuojant šį procesą galima išskirti šiuos etapus: siekiai nurodo kryptį, kuria vyks studijų procesas, toliau apibrėžiami išmatuojami studijų rezultatai ir pagal studijų rezultatus formuojami studijų tikslai (49 pav.). Esminę studijų programos kūrimo dalį apima studijų rezultatų ir iš jų formuojamų studijų tikslų apibrėžimas. Studijų rezultatai yra reikšmingi ir kitų studijų programos parametrų (pavyzdžiui, studijų dalyko turinio, priemonių, metodų) atžvilgiu [103].

Studijų rezultatai ir juos atitinkantys studijų tikslai suskirstomi į sritis pagal giminingumo požymį (atliekamas reikalavimų lokalizavimo [36] procesas). Giminingų studijų rezultatai ir studijų tikslai grupuojami

(lokalizuojami) į atskirus studijų dalykus (modulius), turinčius atskirus studijų dalykų (modulių) rezultatus, tikslus, turinį, metodus [151]. Įvertinus studijų dalykų (modulių) esmines charakteristikas, nustatoma dalykų (modulių) apimtis kreditais ir valandomis (50 pav.).



50 pav. Proceso „Komponentų (studijų modulių) specifikacijų sudarymas“ modelis (pirmojo lygmens DFD1)

Pasiūlyti modeliai susistemino tradicinių duomenų srautų diagramų sudarymo eigą, įgalino racionaliai pertvarkyti analizuojamus procesus. Proceso metu sukaupiama ir naudojama daug ir įvairios informacijos iš įvairių šaltinių (žr. 46 ir 47 pav.), todėl siūloma naudoti šiuolaikinius reikalavimų inžinerijos metodus ir CASE (angl. *Computer Aided Systems Engineering*) paketus [44, 120]. Čia CASE priemonės suprantamos kaip programiniai įrankiai, palaikantys sistemos kūrimo bei naudojimo procesus [16], t. y. reikalavimų formulavimą bei analizę, taikomosios sistemos ir duomenų bazės (DB) projektavimą, dokumentavimą, kokybės užtikrinimą, projekto valdymą, taip pat kitus reikalingus procesus [64]. Šiuo metu kompiuterizuotos IS inžinerijos metodai ir priemonės išgyvena naują raidos etapą – integruojami su veiklos modeliavimo metodais ir priemonėmis. Komerciniai reikalavimų inžinerijos įrankiai (*Telelogic DOORS™*, *Serena RTM™*, *Borland CaliberRM™*, *IBM Rational RequisitePro™* ir kiti) leidžia kompiuterizuoti šį procesą ir užtikrinti efektyvų jo vykdymą [214]. Ankstesniuose darbuose atlikta veiklos

modeliavimo metodikų ir jas realizuojančių CASE priemonių analizė [173] leido padaryti išvadą, kad šiuo atveju, kai studijų programa ir atskiri jos komponentai (studijų moduliai) yra aprašyti įvairios prigimties dokumentais, labiausiai tiktų CASE priemonė, apimanti reikalavimų dokumentų tvarkymą [84, 206, 210]. Todėl *IBM Rational RequisitePro™* programų paketas [82, 83, 208] parinktas kaip kuriamos studijų programos reikalavimų inžinerijos sistemos pagrindinė kompiuterizavimo priemonė. Be to, *IBM Rational RequisitePro™* priemonė palaiko integraciją su kitais IBM kompanijos produktais, tokiais kaip *IBM WebSphere Business Modeler™*, *IBM Rational Clear Case™*, *IBM Rational ClearQuest™*, *IBM Rational Software Architect™* [201, 207, 214]. Pavyzdžiui, 6 priede pateikiamoje klasių diagramoje vaizduojamas *IBM Rational Rose Enterprise™* ir *IBM Rational RequisitePro™* CASE priemonių tarpusavio susietumas (programinių paketų komponentų sąsajos).

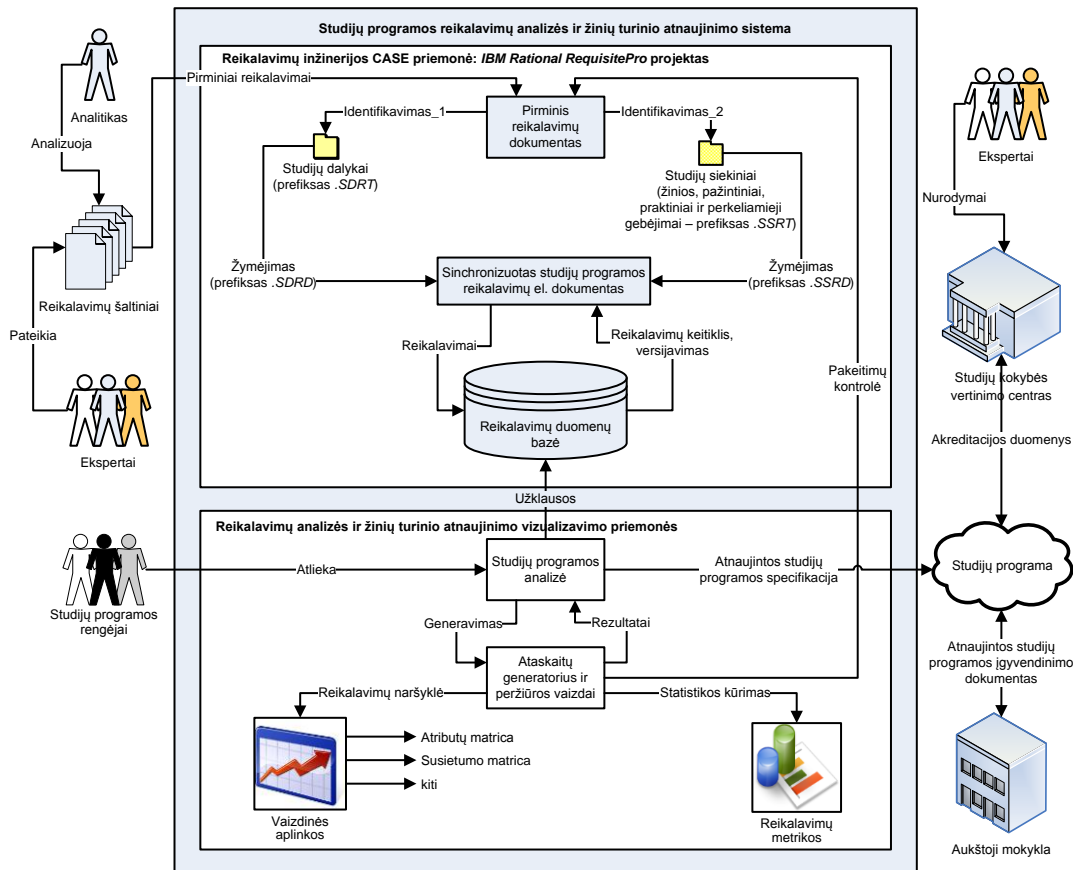
Šioje dalyje detalai nenagrinėjami „sprendimo priėmimo“ ir „sprendimo realizavimo“ procedūrų kūrimo atskiri etapai (projekto kūrimas; reikalavimų tipų, dokumentų tipų apibrėžimas ir kiti), kadangi jie bus išsamiai aprašyti dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo eksperimentiniame tyrime (1-ame etape, žinių turinio sudaryme).

Toliau pristatoma sukurta studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo realizuojanti sistema.

4.2. Studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistema

Vykdomas automatizuoto (CASE priemonėmis grindžiamo) studijų programos sudarymo proceso modelio kompiuterizavimas. CASE paketų saugyklų turinio bazinė dalis yra nagrinėjamos veiklos srities (veiklos proceso) modelis [64]. Todėl svarbu apibrėžti reikalavimų vadybą kaip veiklos procesą – tai procesas, identifikuojantis reikalavimus ir koordinuojantis reikalavimų pasikeitimus sistemos kūrimo procese. Studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistema susideda iš reikalavimų rengimo, analizės,

saugojimo priemonių ir apima palaikymo, plėtros, susietumo bei pakeitimų valdymo funkcijas. Remiantis I. Sommerville pateikta bendra struktūra, sudaryta principinė studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos schema (51 pav.). Šios sistemos supaprastintą schemą galima rasti 7 priede.



51 pav. Principinė studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos schema

Principinė studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos schema apima sistemos padalinimą į bendraujančius posistemius. Pasiūlytos studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos realizacija apima reikalavimų keitklį natūralios kalbos reikalavimų reprezentacijos keisti į DB formatą (*MS Access™*) ir atvirkščiai. Bendri duomenys yra saugomi centrinėje reikalavimų duomenų bazėje arba saugykloje ir gali būti pasiekiami visiems posistemiams. Projektas apima reikalavimų DB ir su ja susijusius dokumentus, tad reikalavimai dokumentuose

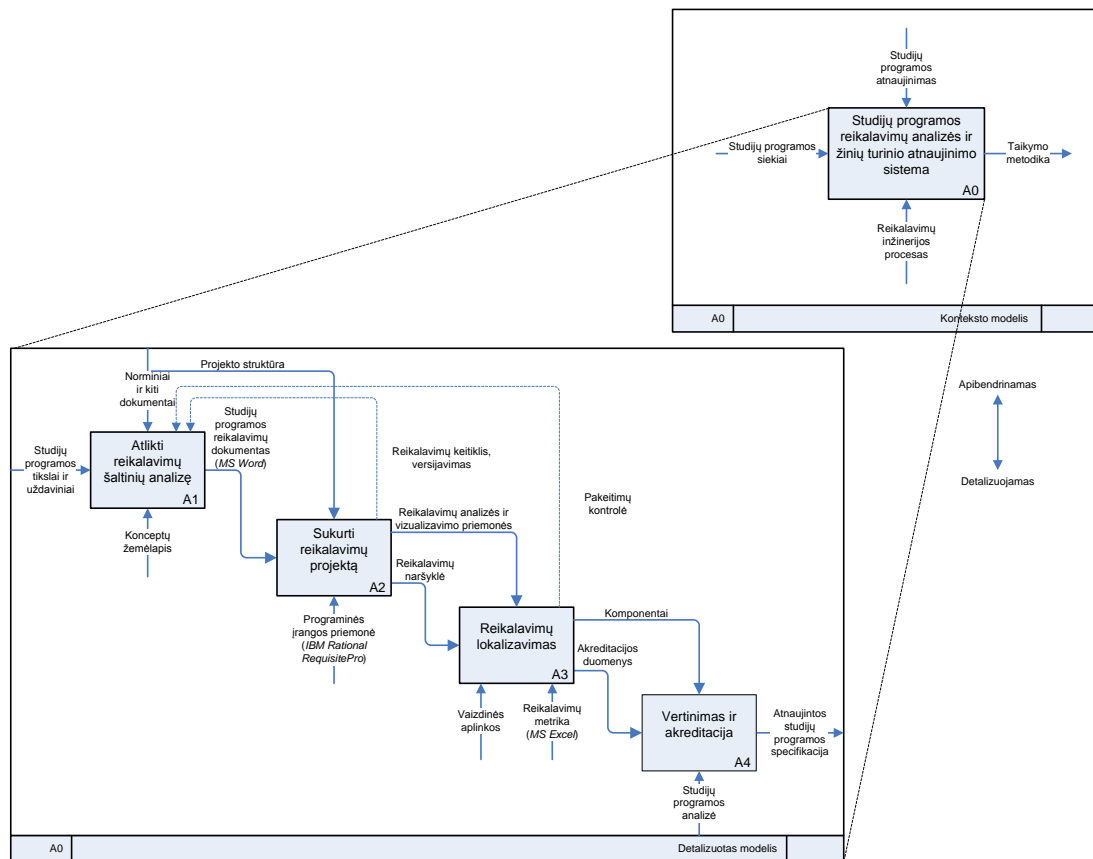
yra dinamiškai susiejami su papildoma reikalavimų informacija, saugoma DB, t. y. kai keičiamas reikalavimų dokumentas, pakeitimai išsaugomi ir DB.

Naudojantis IDEF (angl. *Integration of computer aided manufacturing DEFinition*) modelių rinkiniu galima efektyviai atvaizduoti ir analizuoti veiklą įvairiu pjūviu. IDEF standartų šeima (nuo IDEF0 iki IDEF14) apima platų grafinio modeliavimo kalbų spektrą. Atsižvelgiant į analizės tikslą, pasirenkamas ir atitinkamas standartas. Pagal SADT (angl. *Structured Analysis and Design Technique*) metodiką sukurtas funkcinio modeliavimo IDEF0 (angl. *Icam DEFinition*) standartas. Tiriama sistema parodoma susijusių funkcijų modeliais. Paprastai tirti kurią nors sistemą pradedama nuo šių modelių. IDEF0 modeliuoja veiklą funkcinio požiūriu pavaizduoja informacinius/materialius, įeigos (angl. *Input*)/išeigos (angl. *Output*) srautus, mechanizmus (angl. *Mechanism*) ir valdymo (angl. *Control*) srautus. Grafinis veiklos funkcijų modeliavimo metodas IDEF0 vartoja esminę sąvoką „funkcinis blokas“ (angl. *Activity Box*) – žymi konkrečią modeliuojamos sistemos (veiklos) funkciją. Grafiškai funkcinis blokas vaizduojamas kaip stačiakampis. IDEF0 notacijos ypatumas yra tai, kad kiekviena iš keturių funkcinio bloko sienų turi konkrečią paskirtį, kuri nesikeičia modeliavimo metu. Įgyvendinant sudėtingus projektus, modelių kūrimas standartu IDEF0 padeda efektyviai ir detalai pavaizduoti visą organizacijos veiklos mechanizmą reikalingu pjūviu [212].

Sudaryti studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos IDEF0 standarto modeliai pateikiami 52 paveiksle.

Sistema apima reikalavimų išgavimą, saugojimą, analizę, dokumentavimą, vertinimą ir akreditavimą. Trumpai aptariama šios sistemos naudojimo tvarka.

1. Projekto struktūros sudarymas. Norint parengti kokybišką reikalavimų specifikaciją, pirmiausia suformuojama projekto struktūra. Čia projektas suprantamas kaip reikalavimų tipų, reikalavimų dokumentų ir pačių reikalavimų rinkinys, apibrėžiantis projekto vartotojų teises.



52 pav. Studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos modeliai (IDEF0 notacija)

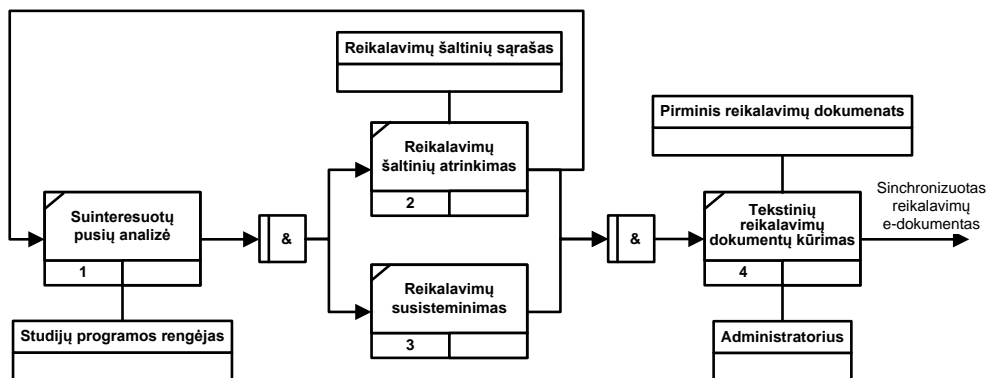
2. Reikalavimų klasifikacija. Reikalavimų dokumentas yra *MS Word*TM arba *IBM Rational RequisitePro*TM programos dokumentas, kuriame nustatomi reikalavimai. Kiekvienas reikalavimų dokumentas yra susiejamas su konkrečiu reikalavimo tipu, nusakytu dokumentų failų plėtiniu. Reikalavimo tipas apibrėžia informaciją, susijusią su reikalavimu, pavyzdžiui, galima apibrėžti pradinę reikalavimų numeraciją bei standartinį prefiksą. Reikalavimo tipas naudojamas kaip šablonas ir yra naudingas užtikrinant panašių reikalavimų klasifikavimą arba grupavimą projekte. Patys reikalavimai – tai sąlygos, kurias turi tenkinti kuriama sistema (studijų programa).

3. Reikalavimų specifikacija. Studijų programos kūrimo projektas apima struktūros, funkcinius, kokybės ir kitų tipų reikalavimus. Studijų programos struktūros požiūriu mažiausiu struktūros komponentu laikomas studijų modulis (sandas). Modulio sudedamosios dalys apibūdinamos atributais. Nustatant sistemos hierarchiją moduliai jungiami į blokus (modulių

grupės). Pagrindiniai blokai yra apibrėžti bendruose reikalavimuose studijų programoms: bendrojo lavinimo, studijų pagrindų ir specialaus lavinimo dalykų blokai. Funkcinius (studijų turinio) reikalavimus nusako studijų programos paskirtis, pakopa ir suteikiamos žinios bei gebėjimai, kurie yra apibrėžti norminiuose dokumentuose ir (arba) išvedami iš kitų reikalavimų šaltinių. Formuluojuant užklausas vyksta specifinių reikalavimų išrinkimas iš reikalavimų grupės arba susijusių reikalavimų.

4. Studijų programos analizė. Reikalavimų analizės bei vizualizavimo priemonės leidžia atlikti studijų programos analizę generuojant ir vaizdžiai pateikiant visas vartotojui reikalingas ataskaitas. Ataskaitos eksportuojamos į *MS Excel™* programą ir gali būti toliau apdorojamos taikant statistines funkcijas bei pasinaudojant diagramų vaizdavimo galimybėmis.

Kiekviena funkcija iš IDEF0 gali būti išreikšta atskiru procesu, aprašytu IDEF3 procesų srautų diagrama (angl. *Process Flow Diagram*), kuri fiksuoja priežastinių ryšių informaciją apie procesų grupę procesų sraute (53 pav.).



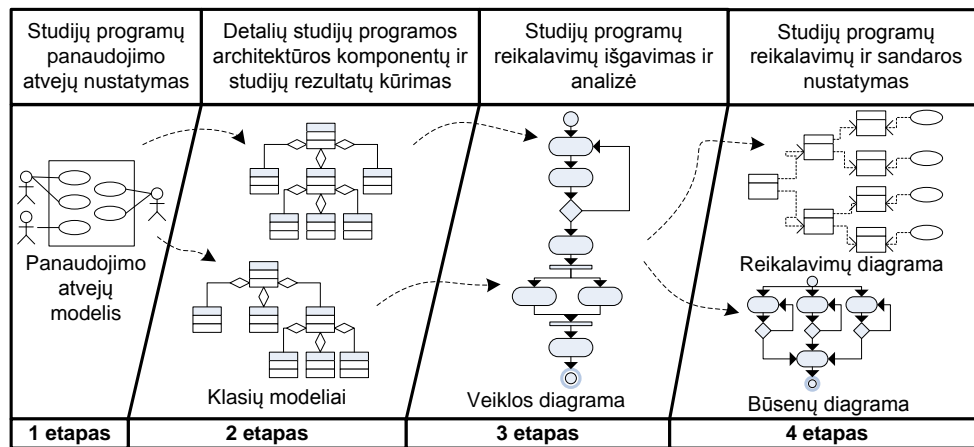
53 pav. „Reikalavimų šaltinių analizės atlikimo“ procesų srautų diagrama (IDEF3 notacija)

Naudojama asinchroninė IR jungtis (angl. *asynchronous AND junction*) – pažymi, kad visi pirmesni procesai turi būti užbaigti; visi tolesni procesai turi būti paleisti.

Įvykiais grindžiama studijų programos kūrimo (sudarymo, vykdymo ir atnaujinimo valdymo) procesų grandinė pateikiama 8 priede.

Pereinant nuo automatizuoto dokumentų valdymo prie žiniomis

grindžiamo kūrimo proceso, sudaryta žiniomis grindžiamos studijų programos sudarymo proceso schema (grafinė iliustracija), kuri pateikiama 54 paveiksle.



54 pav. Žiniomis grindžiamos studijų programos sudarymo proceso schema

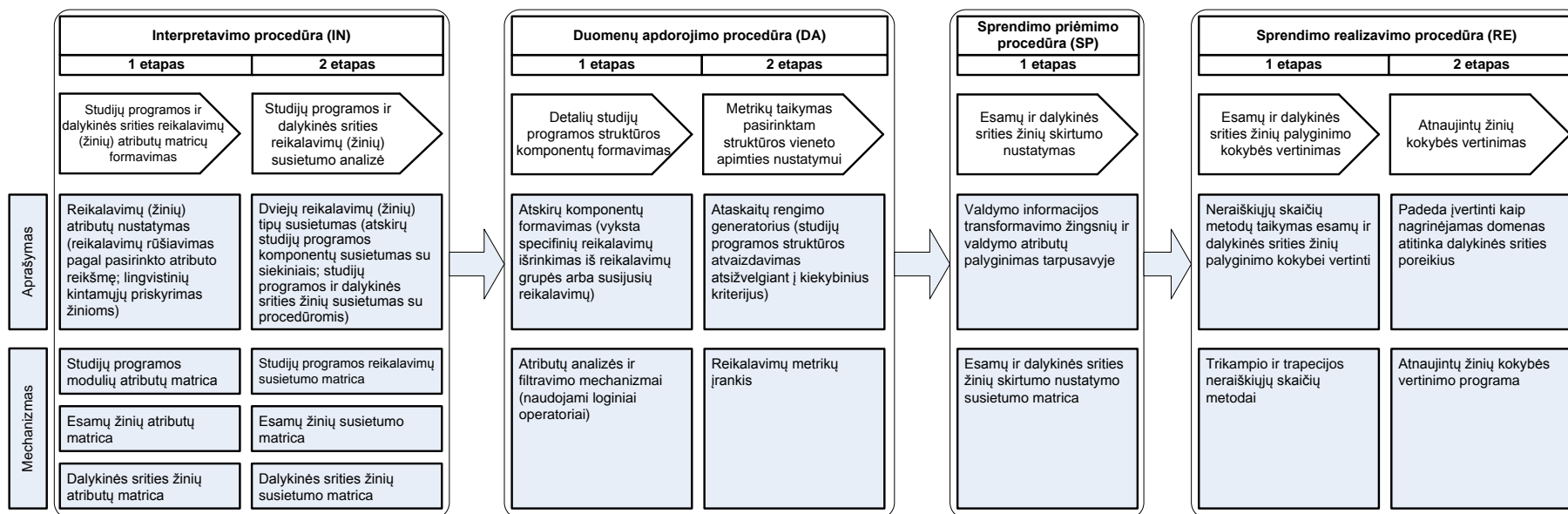
Žiniomis grindžiamos studijų programos sudarymo proceso etapai su aprašymu pateikiami 9 priede.

4.3. Studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos taikymo metodika

Kai reikalavimų (žinių) dokumentai yra sukurti, o patys reikalavimai išsaugoti sistemos duomenų bazėje (DB), atsiranda galimybė analizuoti reikalavimus (žinias) naudojant kompiuterizuotas sistemas. Pasirinktoje CASE priemonėje reikalavimų analizei ir žinių turinio atnaujinimui skirtos specialios vaizdinės aplinkos arba pjūviai (angl. *Views*). Galima peržvelgti reikalavimus (žinias) keliais pjūviais, naudojant įvairias matricas ir medžius, kur vaizduojami reikalavimai (žinios) ir jų atributai arba susietumo ryšiai tarp skirtingų reikalavimų (žinių) tipų. Atliekant studijų programos reikalavimų analizę ir žinių turinio atnaujinimą vykdomi tokie veiksmai:

- reikalavimo (žinių) pavadinimo, teksto, atributų ir susietumo ryšių kūrimas bei redagavimas;
- matricos informacijos rūšiavimas ir filtravimas;
- matricos užklausos išsaugojimas.

Principinė studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos taikymo metodikos schema (grafinė iliustracija) pateikiama 55 paveiksle, kurioje atskirti „interpretavimo“, „duomenų apdorojimo“, „sprendimo priėmimo“ ir „sprendimo realizavimo“ procedūrų etapai.



55 pav. Principinė studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos taikymo metodikos schema (ilustruojami atskiri procedūrų etapai)

Toliau demonstruojama studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos taikymo metodika.

4.3.1. Interpretavimo procedūra

Sukurti pavyzdžiai atsirado nagrinėjant Klaipėdos universiteto (KU) informatikos pagrindinių studijų programą ir dalykinės srities žinias.

1 etapas. Studijų programos ir dalykinės srities reikalavimų (žinių) atributų matricų formavimas.

Studijų programos reikalavimų atributų reikšmių nustatymas. Viena iš reikalavimų analizės problemų yra reikalavimų atributų nustatymas ir susietumas. Taikant atributų matricos (angl. *Attribute Matrix*) vaizdinę aplinką galima patogiai peržiūrėti visus tam tikro tipo reikalavimus ir su jais susietus atributus (56 pav.).

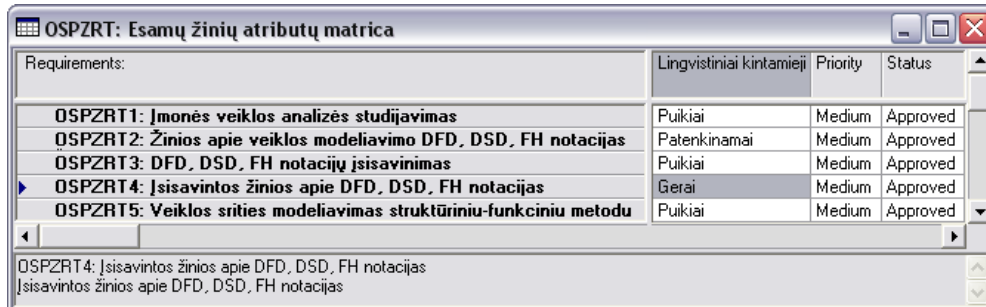
Requirements:	Prioritetas	Būsena	Paskaitos (val.)	Kreditai	Sando grupė	Semestras	Pasirinkimo tipas	Atsiskaitymo forma
RTM6: Kompiuterių mokslas	Vidutinis	Pritartas						
RTM6.1: Užsienio kalba 1	Vidutinis	Pritartas		2	Bendrojo lavinimo	1	Privalomasis	J
RTM6.2: 908001	Vidutinis	Pritartas		2	Bendrojo lavinimo	1	Privalomasis	J
RTM6.3: 901027	Vidutinis	Pritartas	32	3	Bendrojo lavinimo	1	Privalomasis	E
RTM6.4: 904001	Vidutinis	Pritartas	32	4	Studijų pagrindų	1	Privalomasis	E
RTM6.5: 908002	Vidutinis	Pritartas	32	4	Studijų pagrindų	1	Privalomasis	E
RTM6.6: 904017	Vidutinis	Pritartas	32	3	Studijų pagrindų	1	Privalomasis	E
RTM6.7: 606002	Vidutinis	Pritartas		2	Bendrojo lavinimo	1	Privalomasis	A
RTM6.8: Užsienio kalba 2	Vidutinis	Pritartas		2	Bendrojo lavinimo	2	Privalomasis	E
RTM6.9: 817007	Vidutinis	Pritartas	32	2	Bendrojo lavinimo	2	Privalomasis	J
RTM6.10: 904003	Vidutinis	Pritartas	32	4	Studijų pagrindų	2	Privalomasis	E
RTM6.11: 708203	Vidutinis	Pritartas	32	3	Studijų pagrindų	2	Privalomasis	E

56 pav. Studijų programos modulių atributų matrica

Studijų programą sudarančių modulių (sandų) atributų matricoje pateikiamas dalykų (modulių) sąrašas bei būdingi atributai: apimtis valandomis ir kreditais, dėstytojai, sando grupė, semestras, pasirinkimo tipas, atsiskaitymo forma ir kiti. Dalykų sąrašui priskiriami standartiniai atributai (atspindi studijų programos modulių struktūrą, kuri priimta nagrinėjamoje įstaigoje), o papildomi vartotojo įvedami atributai išryškina konkrečios studijų programos aktualijas ir specifiką. Tokių atributų kaip prioritetas ir būsena priskyrimas padeda valdyti reikalavimus, kas būtų neįmanoma naudojant vien standartinius teksto dokumentus. Pavyzdžiui, šioje matricoje reikalavimus galima įvairiais

būdais laikinai surūšiuoti pagal pasirinkto atributo reikšmę.

Esamų žinių atributų matrica. Esamų žinių atributų matrica vaizduojama 57 paveiksle.

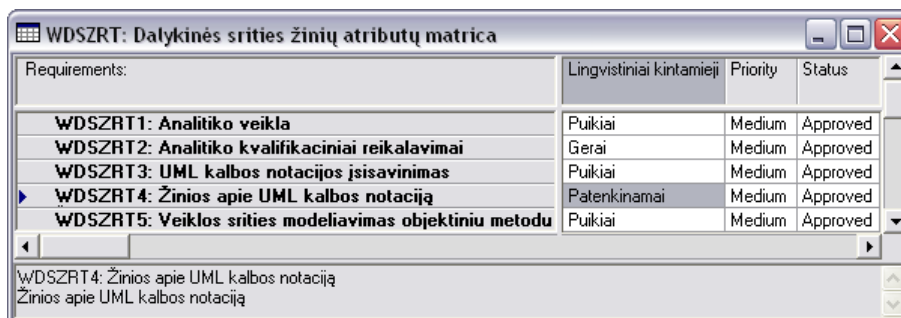


Requirements:	Lingvistiniai kintamieji	Priority	Status
OSPZRT1: Įmonės veiklos analizės studijavimas	Puikiai	Medium	Approved
OSPZRT2: Žinios apie veiklos modeliavimo DFD, DSD, FH notacijas	Patenkinamai	Medium	Approved
OSPZRT3: DFD, DSD, FH notacijų įsisavinimas	Puikiai	Medium	Approved
OSPZRT4: Įsisavintos žinios apie DFD, DSD, FH notacijas	Gerai	Medium	Approved
OSPZRT5: Veiklos srities modeliavimas struktūriniu-funkciniu metodu	Puikiai	Medium	Approved

57 pav. Esamų žinių atributų matrica

Tokio atributo kaip lingvistiniai kintamieji (galimos reikšmės: puikiai, gerai, patenkinamai, prastai, blogai) priskyrimas padeda valdyti žinias. Pavyzdžiui, „įsisavintos žinios apie DFD, DSD, FH notacijas“ priskirta reikšmė gerai.

Dalykinės srities žinių atributų matrica. Dalykinės srities žinių atributų matrica demonstruojama 58 paveiksle.



Requirements:	Lingvistiniai kintamieji	Priority	Status
WDSZRT1: Analitiko veikla	Puikiai	Medium	Approved
WDSZRT2: Analitiko kvalifikaciniai reikalavimai	Gerai	Medium	Approved
WDSZRT3: UML kalbos notacijos įsisavinimas	Puikiai	Medium	Approved
WDSZRT4: Žinios apie UML kalbos notaciją	Patenkinamai	Medium	Approved
WDSZRT5: Veiklos srities modeliavimas objektyviu metodu	Puikiai	Medium	Approved

58 pav. Dalykinės srities žinių atributų matrica

Dalykinės srities žinios yra klasifikuojami pagal jų tipą ir atributus. Atributas suteikia informaciją, reikalingą tvarkyti žinias.

2 etapas. Studijų programos ir dalykinės srities reikalavimų (žinių) susietumo analizė.

Studijų programos reikalavimų susietumo analizė. Kitas reikalavimų analizės būdas yra susietumo matrica (angl. *Traceability Matrix*), kuri nurodo dviejų reikalavimų tipų susietumą. Susietumo matrica (59 pav.) parodo, kaip

atskiri studijų programos komponentai yra susieti su suteikiamomis žiniomis, lavinamais įgūdžiais ir gebėjimais (rodyklė nukreipta iš vieno reikalavimo į kitą, rodo jų tiesioginį susietumą).

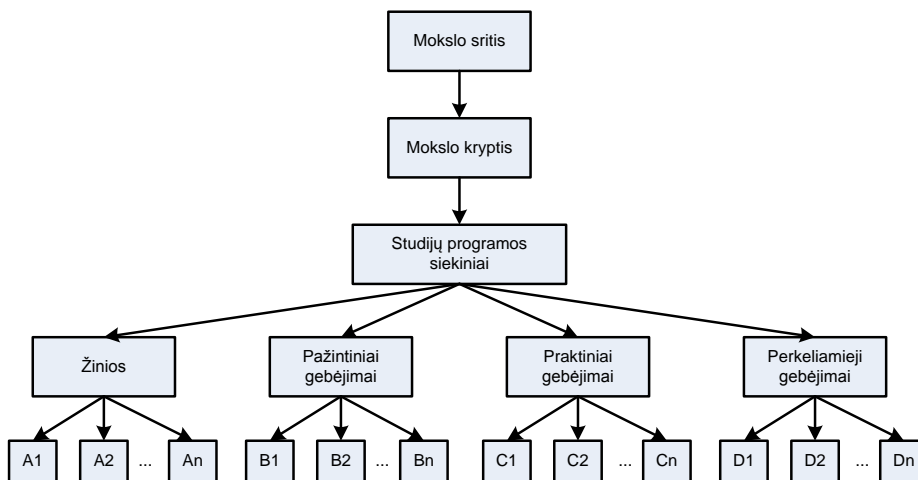
Relationships: - direct only	PG2: Paži... Pažintiniai gebėjimai (mokėjimai ir įgūdžiai) (to...	PG2.1:... gebėjimas dalykines žinias taikyti sprendžiant...	PG2.2:... gebėjimas atpažinti ir analizuoti naujas probl...	PG2.3:... informacijos paieškos, susijusios su pirminiais ir...	PG2.4:... gebėjimas suvokti teorinius principus...	PG2.5:... laboratorinė patirtis, skirta teorijos ir praktikos...	PG2.6:... gebėjimas kurti programų sistemų...
RTM6: Kompiuterių...							
RTM6.1: Užsienio...							
RTM6.2: 908001							
RTM6.3: 901027							
RTM6.4: 904001							
RTM6.5: 908002							
RTM6.6: 904017							
RTM6.7: 606002							
RTM6.8: Užsienio...							
RTM6.9: 817007							
RTM6.10: 904003							
RTM6.11: 708203							
RTM6.12: 908003							
RTM6.13: 908004							
RTM6.14: Pasirenk....							
RTM6.15: Pasirenk....							
RTM6.16: 708204							
RTM6.17: 904005							
RTM6.18: 908005							

RTM6.12: 908003
Programavimas ir tinklalapių kūrimas

PG2.4: gebėjimas suvokti teorinius principus, kuriais pagrįstos naujai atsirandančios technologijos
gebėjimas suvokti teorinius principus, kuriais pagrįstos naujai atsirandančios technologijos (the ability to theoretically understand new

59 pav. Funkcinių ir struktūrinių reikalavimų susietumo analizė

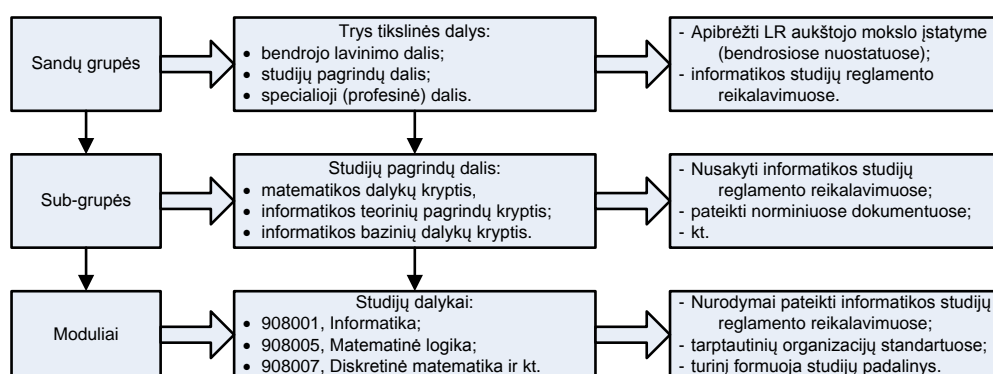
Mokymosi pasiekimai, fiksuojami mokymosi srityje, yra žinios, gebėjimai ir įgūdžiai. Gebėjimai skirstomi į pažintinius, perkeliamuosius ir praktinius (60 pav.).



60 pav. Studijų programos mokymosi pasiekimų klasifikacija

Pažintiniai gebėjimai reikalingi sėkmingai specialisto praktinei veiklai ir žinių taikymui praktiniams tikslams pasiekti. Praktiniai gebėjimai reikalingi įvairių objektų sandarai bei savybėms pažinti, reiškinių priežastims bei dėsningumams suvokti. Perkeliemieji gebėjimai, kurie naudojami ne tik toje veiklos srityje, kuriai per studijų programą rengiamasi. Studijų siekinius studentai pasiekia per dalykus, praktikas, jų pasiekimo lygį demonstruoja rengdamas ir gindamas baigiamąjį darbą.

Studijų programos reikalavimų susietumo matrica modeliuojama taikant dekomponavimo (arba *nuleidimo žemyn*) principą „iš viršaus žemyn“ (angl. *Top-down Approach*) – nuosekliai skaidant pasirinktą komponentą į vis smulkesnes dalis (subkomponentus) tiek kartų, kiek yra prasminga modeliavimo tikslo atžvilgiu. Iš tokiu būdu pateikiamo funkcinių ir struktūrinių reikalavimų susikirtimo galima spręsti, ar studijų programos dalykų grupės ir moduliai yra pakankamai subalansuoti, siūlyti jų apimtį. Vykdamas studijų programos kūrimą arba atnaujinimą, susietumo matrica – patogi priemonė dekompozicijai atlikti ir reikalavimams detalizuoti iki pasirinktų mažiausių struktūrinių komponentų (vyksta nuleidimas žemyn: nuo sandų grupės lygmens iki modulių lygmens) (61 pav.).



61 pav. Studijų programos struktūros komponentai

Pagal informatikos studijų krypties reglamentą [112] studijų programą sudaro trys tikslinės dalys: bendrojo lavinimo dalis, studijų pagrindų dalis (studijų programoje sudaro studijų branduolį) ir specialioji (profesinė) dalis, teikianti gilesnes žinias bei gebėjimus, skirtus tolesnei profesinei ar tiriamajai veiklai. Kuriant ar atnaujinant informatikos studijų programas šios dalys turi

būti detalizuojamos studijų krypčių (subgrupių) ir modulių (dalykų) lygmeniu.

Esamų žinių susietumo matrica. Esamų žinių susietumo matricos fragmentas iliustruojamas 62 paveiksle.

Relationships: - direct only	OSPZRT1: Jmonės veiklos analizės studijavimas	OSPZRT2: Žinios apie veiklos modeliavimo DFD, DSD,...	OSPZRT3: DFD, DSD, FH notacijų įsisavinimas	OSPZRT4: Įsisavintos žinios apie DFD, DSD, FH notacijas	OSPZRT5: Veiklos srities modeliavimas struktūriniu-fun metodu
OPRT1: Veiklos procesas (P1o)	→				
OPRT2: Informacinis srautas (A1o)		→			
OPRT3: Interpretavimas (IN1o)			→		
OPRT4: Informacinis srautas (B1o)				→	
OPRT5: Duomenų apdorojimas...					→

62 pav. Esamų žinių susietumo matricos fragmentas

Dalykinės srities žinių susietumo matrica. Dalykinės srities žinių susietumo matricos fragmentas rodomas 63 paveiksle.

Relationships: - direct only	WDSZRT1: Analitiko veikla	WDSZRT2: Analitiko kvalifikaciniai reikalavimai	WDSZRT3: UML kalbos notacijos įsisavinimas	WDSZRT4: Žinios apie UML kalbos notaciją	WDSZRT5: Veiklos srities modeliavimas objektyviu metodu
WPRT1: Veiklos procesas (P1w)	→				
WPRT2: Informacinis srautas (A1w)		→			
WPRT3: Interpretavimas (IN1w)			→		
WPRT4: Informacinis srautas (B1w)				→	
WPRT5: Duomenų apdorojimas (DA1w)					→

63 pav. Dalykinės srities žinių susietumo matricos fragmentas

Susietumo matricos rodo, kaip atskiri DVGM ir EVC komponentai yra susieti su esamomis ir dalykinės srities žiniomis.

4.3.2. Duomenų apdorojimo procedūra

1 etapas. Detalių studijų programos struktūros komponentų formavimas. Detaliems studijų programos komponentams formuoti siūloma taikyti atributų analizės ir filtravimo mechanizmus. Jungiant įvairius filtrus *and*, *or* arba *not* loginiais operatoriais galima sudaryti visų programos lygmenų struktūrinius komponentus. Pavyzdys (64 pav.) rodo, kaip formuojamos informatikos reglamento reikalaujamos studijų pagrindų dalies matematikos

dalykų (64a pav.) ir informatikos teorinių pagrindų (64b pav.) kryptys.

Requirements:	Iš viso kreditų	Sando grupė	Kryptis 1 - Fil:Y Srt:A	Semestras
RTM6.4: 904001	4	Studijų pagrindų	Matematikos dalykai	1
RTM6.6: 904017	3	Studijų pagrindų	Matematikos dalykai	1
RTM6.10: 904003	4	Studijų pagrindų	Matematikos dalykai	2
RTM6.19: 903018	3	Studijų pagrindų	Matematikos dalykai	3
RTM6.23: 904007	4	Studijų pagrindų	Matematikos dalykai	4
RTM6.29: 903028	3	Studijų pagrindų	Matematikos dalykai	5
RTM6.36: 904010	3	Studijų pagrindų	Matematikos dalykai	6

RTM6.29: 903028
Skaitiniai metodai ir matematinis modeliavimas

Requirements:	Iš viso kreditų	Sando grupė	Kryptis 1 - Fil:Y Srt:A	Semestras
RTM6.17: 904005	3	Studijų pagrindų	Informatikos teoriniai pagrindai	3
RTM6.18: 908005	3	Studijų pagrindų	Informatikos teoriniai pagrindai	3
RTM6.20: 908006	4	Studijų pagrindų	Informatikos teoriniai pagrindai	3
RTM6.24: 908007	3	Studijų pagrindų	Informatikos teoriniai pagrindai	4

RTM6.20: 908006
Duomenų struktūros ir algoritmai

64 pav. Studijų pagrindų dalies detaliųjų komponentų formavimas

2 etapas. Metrikų taikymas pasirinktam struktūros vieneto apimties nustatymui. Reikalavimų metrikos (angl. *Requirement Metrics*) taikomos sudarant studijų programos struktūrą, atsižvelgiant į esančius kiekybinius reikalavimų kriterijus (ribojimus). Sistemos reikalavimų metrikų įrankis suteikia studijų programos rengėjams statistinių ataskaitų rengimo galimybę bei leidžia eksportuoti gaunamas ataskaitas į *MS Excel™* skaičiuoklę (toliau statistiškai apdoroti ir rezultatams vizualizuoti).

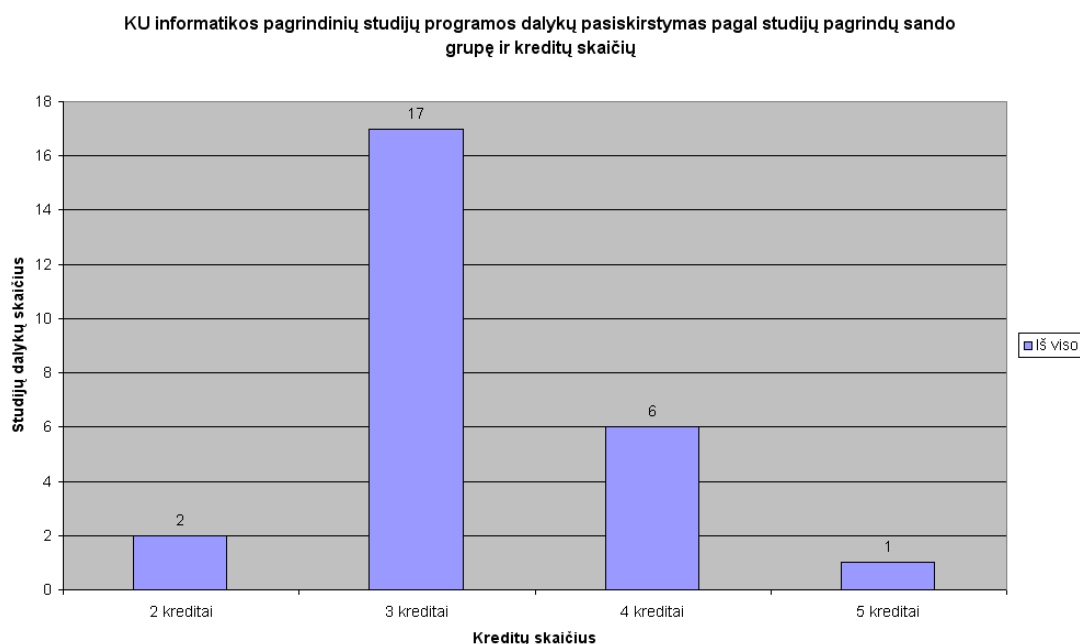
Reikalavimų metrikos ataskaitos formavimo užklauso pavyzdys pateiktas 9 lentelėje.

9 lentelė. Reikalavimų metrikos ataskaitos formavimo užklauso nustatymai

Pavadinimas	Kriterijus
2 kreditai	BASE = SPD: Studijų programos atributų matrica AND „Dalis“ IN [Studijų pagrindų] AND „Dalyko apimtis“ IN [2]
3 kreditai	BASE = SPD: Studijų programos atributų matrica AND „Dalis“ IN [Studijų pagrindų] AND „Dalyko apimtis“ IN [3]
...	...
5 kreditai	BASE = SPD: Studijų programos atributų matrica AND „Dalis“ IN [Studijų pagrindų] AND „Dalyko apimtis“ IN [5]

Būtent metrikų įrankis leidžia nustatyti, ar sudaryta studijų programos versija tenkina Studijų reglamente ir kituose dokumentuose nusakytus kriterijus. Pavyzdžiui, kaip parodyta 65 paveiksle, KU informatikos pagrindinių studijų programoje studijų pagrindų sandų (modulių) grupėje yra

du dalykai po du kreditus, 17 dalykų po tris kreditus, šeši dalykai po keturis kreditus ir vienas dalykas penkių kreditų apimties. Studijų pagrindų programos daliai skiriama 84 kreditų, tai sudaro 52,5 % studijų programos apimties. Tai tenkina universitetinių studijų programų reikalavimus, nes informatikos krypties universitetinių studijų programų studijų pagrindų dalis turi būti ne mažesnė kaip 60 kreditų [112].



65 pav. Studijų programos dalykų pasiskirstymas pagal studijų pagrindų sando grupę ir kreditų skaičių

Taikant šią metriką taip pat galima įsitikinti, ar studijų programos dalykų apimtis yra pakankamai subalansuota (analizuojamoje studijų programoje studijų pagrindų sando grupėje dominuoja optimalios apimties trijų kreditų dalykai). Kitas metrikų ataskaitas galima rasti darbe [46].

Sukaupta patirtis leido patobulinti studijų programos reikalavimų analizės sistemą, jos taikymo metodika taip pat yra atnaujinta bei pritaikyta neuniversitetinių studijų programų tobulinimui („interpretavimo“ ir „duomenų apdorojimo“ procedūrų atskirų etapų pavyzdžiai pateikiami 10 priede).

4.3.3. Sprendimo priėmimo procedūra

1 etapas. Esamų ir dalykinės srities žinių skirtumo nustatymas.

Principinė esamų žinių (senų reikalavimų) ir dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) skirtumo nustatymo susietumo matricos schema vaizduojama 66 paveiksle.

Esamų žinių (senų reikalavimų) ir dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) susietumo matrica

	$P_j(G)^w$	A^w	$IN(G)^w$	B^w	$DA(G)^w$	C^w	$SP(G)^w$	D^w	$RE(G)^w$	V^w
$P_j(G)^o$	R^T	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A^o	-	R^T	-	-	-	-	-	-	-	-
$IN(G)^o$	-	-	R^T	-	-	-	-	-	-	-
B^o	-	-	-	R^T	-	-	-	-	-	-
$DA(G)^o$	-	-	-	-	R^T	-	-	-	-	-
C^o	-	-	-	-	-	R^T	-	-	-	-
$SP(G)^o$	-	-	-	-	-	-	R^T	-	-	-
D^o	-	-	-	-	-	-	-	R^T	-	-
$RE(G)^o$	-	-	-	-	-	-	-	-	R^T	-
V^o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R^T

66 pav. Principinė esamų žinių (senų reikalavimų) ir dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) skirtumo nustatymo susietumo matricos schema

Formalus susietumo matricos užrašymas toks:

$$R^T = \begin{cases} S, & kai & R_1^o = R_1^w, & R_1^o, R_1^w \\ P, & kai & R_2^o \leq R_2^w, & R_2^o + R_2^w \\ N, & kai & R_3^o = 0, & R_3^o + R_3^w \\ D, & kai & R_n^o = 0, R_n^w = 0, & R_n^o - R_n^w \end{cases}$$

kur $R_1^o, R_2^o, \dots, R_n^o, R_1^w, R_2^w, \dots, R_n^w$ – esamų ir dalykinės srities žinių valdomų procesų rezultatai.

Nustatomos tokios žinių (reikalavimų) susietumo matricos elementų reikšmės:

- vienodi reikalavimai, žinios lieka *nepakitusios* (žymima raide *S*);
- esamos žinios tik dalinai dengia naujus reikalavimus ir turėtų būti *papildytos* (žymima raide *P*);
- naujų dalykinės srities žinių *pridėjimas* (žymima raide *N*);
- esamų žinių pašalinimas (nebetenkina dalykinės srities reikalavimų) (žymima raide *D*).

4.3.4. Sprendimo realizavimo procedūra

1 etapas. Esamų ir dalykinės srities žinių palyginimo kokybės vertinimas. Esamų ir dalykinės srities žinios yra vertinamos remiantis sukurtu kokybės modeliu taikant trikampio bei trapecijos neraiškiųjų skaičių metodus (žinių vertinimo procese naudojama apibendrinta specialistų grupės nuomonė).

Kaip buvo pateikta analitinėje dalyje, neraiškiųjų skaičių reikšmių skalė pasirenkama pagal Zhang Li Li ir Cheng De Yong [198], taikant:

- trikampio metodą yra naudojami šie lingvistinių kintamųjų neraiškieji skaičiai (reikšmės): „puikiai“ – 0,850; „gerai“ – 0,675; „patenkinamai“ – 0,500; „prastai“ – 0,325; „blogai“ – 0,150 (žr. 5 lentelę 1-ame skyriuje);
- trapecijos metodą yra naudojami šie lingvistinių kintamųjų neraiškieji skaičiai (reikšmės): „puikiai“ – 1,000; „gerai“ – 0,800; „patenkinamai“ – 0,500; „prastai“ – 0,200; „blogai“ – 0,000 (žr. 6 lentelę 1-ame skyriuje).

Derinant (8) formulę ir anksčiau nustatytų žinių susietumo matricos elementų reikšmes, pasiūlyta tokia vertinamų žinių įverčių išraiška:

$$f_i(X) = \begin{cases} S, & \text{tai } f_i(X_{jZR1}) = f_i(X_{jZR2}) \\ P, & \text{tai } f_i(X_{jZR1}) \leq f_i(X_{jZR2}) \\ N, & \text{tai } f_i(X_{jZR1}) < 0,4, \quad f_i(X_{jZR2}) > 0,6 \\ D, & \text{tai } f_i(X_{jZR1}) < 0,4, \quad f_i(X_{jZR2}) < 0,4 \end{cases}$$

Detalųjį aprašyto metodo taikymą galima rasti eksperimentiniame tyrime.

2 etapas. Atnaujintų žinių kokybės vertinimas. Atnaujintų žinių kokybės vertinimo programa skirta padėti aukštųjų mokyklų studijų programų rengėjams, institucijos darbuotojams, rengiantiems naujas arba tobulinantiems egzistuojančias studijų programas, įvertinti kaip jų studijų programos po žinių turinio atnaujinimo proceso atitinka dalykinės srities (darbo rinkos) poreikius. Toks požiūris buvo pasiūlytas vertinant geotechnologijų srities kompetencijų modelį [29].

Vertinimo formoje pateikti žinių įvaldymo apibrėžimai – pritaikyti ir naudojami iš B. S. Bloom pažinimo tikslų taksonomijos [23, 98] (10 lentelė).

Pasak T. Bulajevos [27], svarbu neapsiriboti žiniomis, reikia aprėpti įvairaus sudėtingumo lygmenis – nuo žinių suvokimo iki vertinimo.

10 lentelė. Vertinimo skalės paaiškinimo suvestinė

1	Jokio suvokimo
	Tipinė veikla: nėra
2	Suvokimas/žinios: išdėstyti, apibūdinti, tiksliai pakartoti, priskirti, sudaryti sąrašą, įsiminti, įvardinti, sutvarkyti, atpažinti, susieti, atsiminti, pakartoti, atkurti, teigti.
	Tipinė veikla: diskusija kaip paskaitos ar skaitymo užduoties dalis; <1 užsiėmimas
3	Supratimas/taikymas: klasifikuoti, apibūdinti, aptarti, paaiškinti, išreikšti, nustatyti, parodyti, atpažinti, pranešti, pakartoti, peržiūrėti, pasirinkti, išversti, taikyti, pasirinkti, pademonstruoti, užsiimti, pavaizduoti, interpretuoti, veikti, numatyti, aprašyti, išspręsti, naudoti, rašyti.
	Tipinė veikla: paskaita ir/ar rašymo užduotis; testiniai klausimai; 1 ar daugiau užsiėmimų
4	Analizė: analizuoti, įvertinti, apskaičiuoti, klasifikuoti, palyginti, kritikuoti, diferencijuoti, išskirti, atskirti, nagrinėti, eksperimentuoti, klausti, bandyti.
	Tipinė veikla: scenarizuotas praktinis projektas; darbo problemų testavimas arba esė; 1 savaitė arba daugiau
5	Sintezė/įvertinimas: išdėstyti, sutvarkyti, surinkti, sukombinuoti, sukonstruoti, sukurti, suprojektuoti, išvystyti, suformuluoti, valdyti, organizuoti, planuoti, paruošti, pasiūlyti, sudaryti, parašyti, įvertinti, diskutuoti, pridėti, pasirinkti, palyginti, ginti, spręsti, prognozuoti, apskaičiuoti, nustatyti pagrindus, paremti, nustatyti reikšmę, įkainoti.
	Tipinė veikla: atviro tipo projektas arba integracija į didesnę projektą; mokslinio tyrimo darbas arba gynimas; 2 savaitės ar daugiau

*1 užsiėmimas = 1 kontaktinė valanda

Žinių kokybės vertinimo forma susideda iš matricos, atitinkančios vieną iš sukurto dalykinės srities žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo modelio pavyzdžių. Matricos eilutėse išvardintos pagrindinės atnaujintos žinios (kritinės darbo funkcijos). Stulpeliuose išvardinti studijų dalykai ir kita informacija, įtraukta į studijų programą. Studijų programų darbuotojai matricoje gali nurodyti kaip ir kiek tam tikras dalykas yra skirtas žinioms, paremtoms įvaldymo apibrėžimais, kurie išvardinti šios vertinimo formos apibrėžimų skiltyje.

Pavyzdžiui, atnaujintų žinių kokybės vertinimo forma (skaičiuoklėje *MS ExcelTM*) demonstruojama 67 paveiksle. Užpildytą atnaujintų žinių kokybės vertinimo formą bus galima rasti dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo eksperimentiniame tyrime.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Atnaujintų žinių kokybės vertinimo darbalapis									
Įveskite studijų dalyko pavadinimą (-us) į stulpelius dešinėje; iškirpkite/įklijuokite papildomus stulpelius arba ištrinkite, jei reikia.									
Įveskite skaičių nuo 1 iki 5, nurodydami kiek daugiausiai dėmesio jūs studijų dalykas skirs kiekvienoms žinioms.									
Žr. (darbalapis „Apibrėžimai“) tam, kad pamatyti vertimo skalės (1-5)									
<input type="radio"/> 1 Jokio suvokimo <input checked="" type="radio"/> 2 Suvokimas/žinios <input checked="" type="radio"/> 3 Supratimas/taikymas <input checked="" type="radio"/> 4 Analizė <input checked="" type="radio"/> 5 Sintezė/įvertinimas									
Studijų dalyko vertinimo vidurkis			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
% žinių			0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Atnaujintos žinios									
1. Įmonės veiklos analizės studijavimas ir analitiko veikla (P1o+w).			<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	1,00
2. Žinios apie veiklos modeliavimo DFD, DSD, FH notacijas ir analitiko kvalifikaciniai reikalavimai (A1o+w).			<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	1,00
3. DFD, DSD, FH notacijų bei UML kalbos notacijos įsisavinimas (IN1o+w).			<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	1,00
4. Įsisavintos žinios apie DFD, DSD, FH notacijas ir apie UML kalbos notaciją (B1o+w).			<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	1,00
5. Veiklos srities modeliavimas struktūriniu-funkciniu ir objekciniu metodais (DA1o+w).			<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	1,00
6. Veiklos srities modelis (C1o+w).			<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	1,00
7. Veiklos srities modelio tikrinimas (SP1o+w).			<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	1,00
8. Veiklos srities klaidos (D1o+w).			<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	1,00
9. Veiklos srities modelio koregavimas (RE1o+w).			<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	1,00
10. Teisingai sudarytas veiklos modelis ir procesų modeliavimo metodai (V1o+w).			<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	1,00

67 pav. Atnaujintų žinių kokybės vertinimo formos atvaizdas (forma neužpildyta)

Reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos metodikos pavyzdys bus iliustruojamas dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo ir priemonių taikymo eksperimentiniame tyrime (5 skyrius).

4.4. Ketvirtojo skyriaus apibendrinimas ir išvados

1. Sukurta ir įgyvendinta automatizuota IS inžinerijos metodais, CASE priemonėmis grindžiama studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistema.
2. Pateikta sistemos taikymo metodika, leidžianti susisteminti, analizuoti, lokalizuoti ir vertinti reikalavimus kuriamoms aukštojo mokslo informatikos studijų programoms bei modernizuoti šių studijų programų struktūrą bei atnaujinti žinių turinį.
3. Šiame darbe metodiškai apibendrinti atlikti tyrimai, pateikti pagrindiniai automatizuoto kūrimo proceso metu naudojami artefaktai. Remiantis Informatikos studijų krypties reglamentu ir kitais identifikuotais reikalavimų šaltiniais atlikta dalykinė KU informatikos pagrindinių studijų programos analizė, įgyvendintos reikalingos programos žinių turinio bei struktūros pataisos.

5. DALYKINĖS SRITIES VALDYMO ŽINIŲ MODELIAVIMO METODO IR PRIEMONIŲ TAIKYMO EKSPERIMENTINIS TYRIMAS

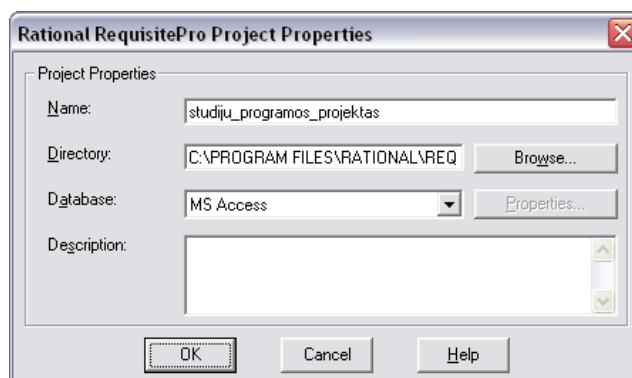
Šiame skyriuje pateiktas sukurto dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo, grindžiamo valdymo informacinėmis sąveikomis, ir priemonių taikymo eksperimentinis tyrimas, siekiant patikrinti metodo panaudojimo ir plečiamumo galimybes.

5.1. Eksperimento etapai

Pažymėtina, kad pateiktas pavyzdys skirtas pailustruoti dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo esmę, tačiau neapima visų metodo taikymo aspektų. Eksperimentinis tyrimas susideda iš trijų etapų: 1-ojo etapo metu vyksta žinių turinio sudarymo demonstravimas, 2-ojo etapo metu atliekamas esamų ir dalykinės srities žinių modelių formavimas, 3-ajame etape – esamų ir dalykinės srities žinių modelių analizė.

5.1.1. 1 etapas. Žinių turinio sudarymas

Studijų programos projekto kūrimas (68 pav.).



68 pav. Studijų programos projekto kūrimas

Tinkamai sukurtas projektas yra sėkmingos specifikacijos pagrindas. Studijų programos projektas apima reikalavimų duomenų bazę.

Studijų dalykų reikalavimų tipo apibrėžimas (69 pav.).

69 pav. Studijų dalykų reikalavimų tipo apibrėžimas

Studijų siekinių (kompetencijų) reikalavimų tipo apibrėžimas (70 pav.).

70 pav. Studijų siekinių (kompetencijų) reikalavimų tipo apibrėžimas

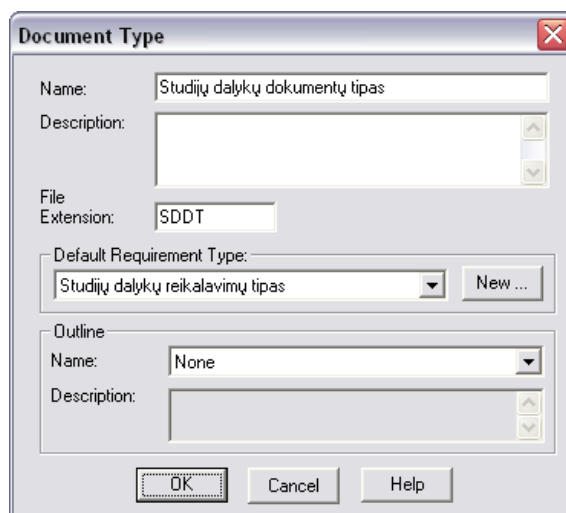
Reikalavimų tipas apibrėžia aprašomą ir naudojamą informaciją, susijusią su reikalavimais. Reikalavimų tipas naudojamas kaip šablonas visiems to paties tipo reikalavimams ir yra naudingas užtikrinant logiškumą ir klasifikavimą arba grupavimą panašių reikalavimų projekte. Reikalavimų tipas apibrėžia pradinę reikalavimų numeraciją bei standartinį prefiksą.

Kiekvienai studijų programos reikalavimų grupei yra kuriamas atskiras reikalavimų tipas (11 lentelė).

11 lentelė. Studijų programos reikalavimų tipas ir naudojamas prefiksas

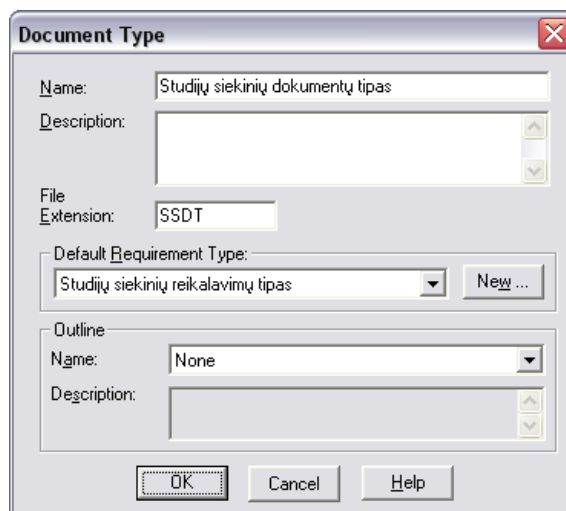
Nr.	Studijų programos reikalavimų tipas	Naudojamas prefiksas
1.	Studijų dalykų reikalavimų tipas	SDRT
2.	Studijų siekinių reikalavimų tipas	SSRT

Studijų dalykų dokumentų tipo apibrėžimas (71 pav.).



71 pav. Studijų dalykų dokumentų tipo apibrėžimas

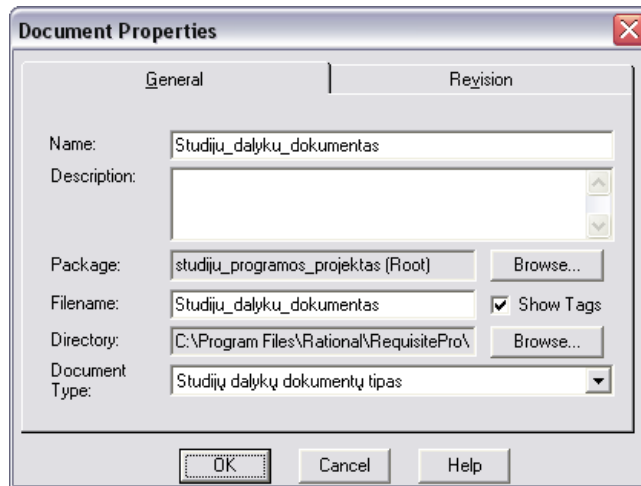
Studijų siekinių dokumentų tipo apibrėžimas (72 pav.).



72 pav. Studijų siekinių dokumentų tipo apibrėžimas

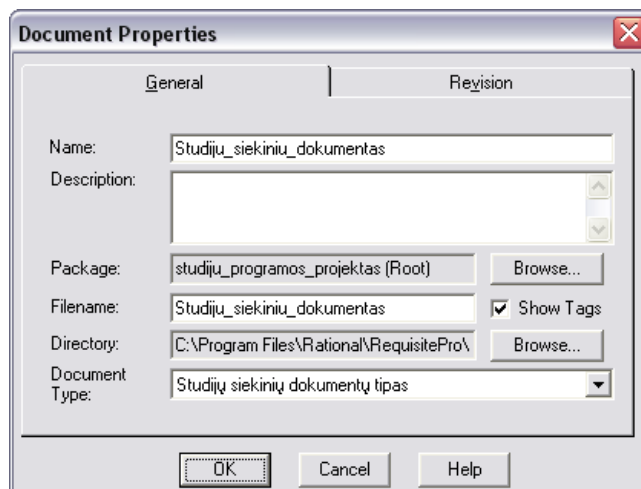
Dokumentų tipas yra tarsi šablonas, kuris pritaikomas dokumentams. Jis naudojamas kaip pagrindas kiekvienam mūsų sukurtam to tipo dokumentui. Dokumentų tipas nusako dokumentų failų plėtinį. Visi to paties tipo dokumentai naudoja tą patį failų plėtinį. Dokumentų tipas nustato reikalavimų tipą pagal nutylėjimą. Kiekvienas naujai kuriamas reikalavimas turės pagal nutylėjimą nustatytą reikalavimų tipą. Kuriant ir modifikuojant projektą, nustatomi dokumentų tipai, kurie bus naudojami. Visi dokumentai turi būti sujungti su dokumento tipu.

Studijų dalykų dokumento kūrimas (73 pav.).



73 pav. Studijų dalykų dokumento kūrimas

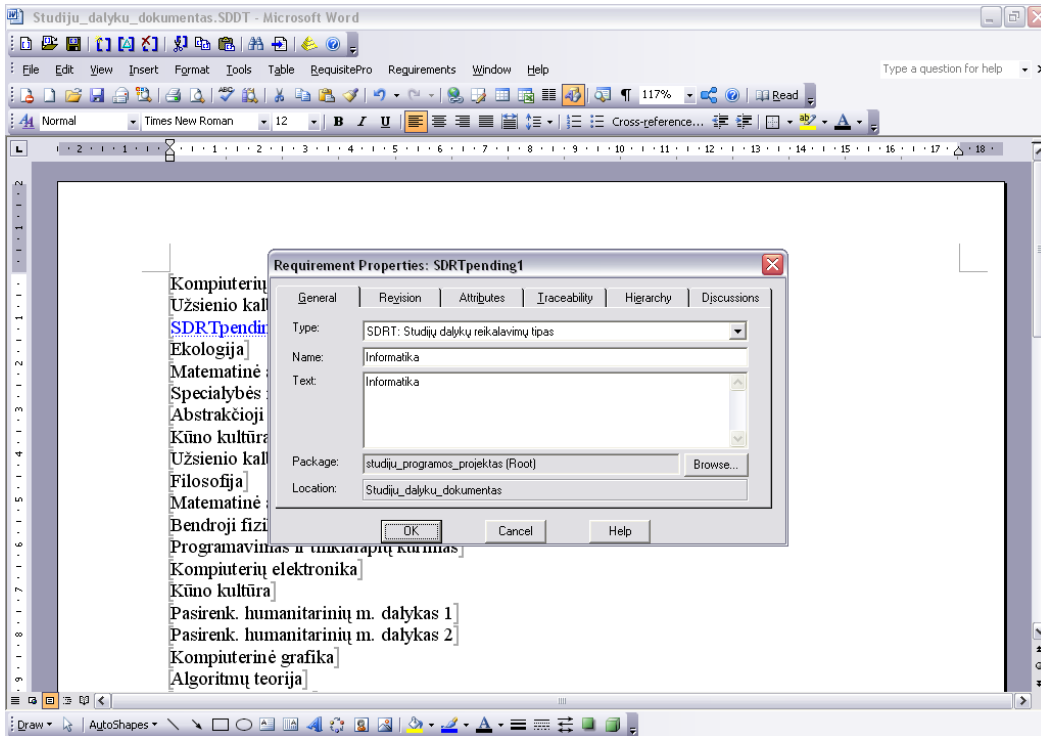
Studijų siekinių dokumento kūrimas (74 pav.).



74 pav. Studijų siekinių dokumento kūrimas

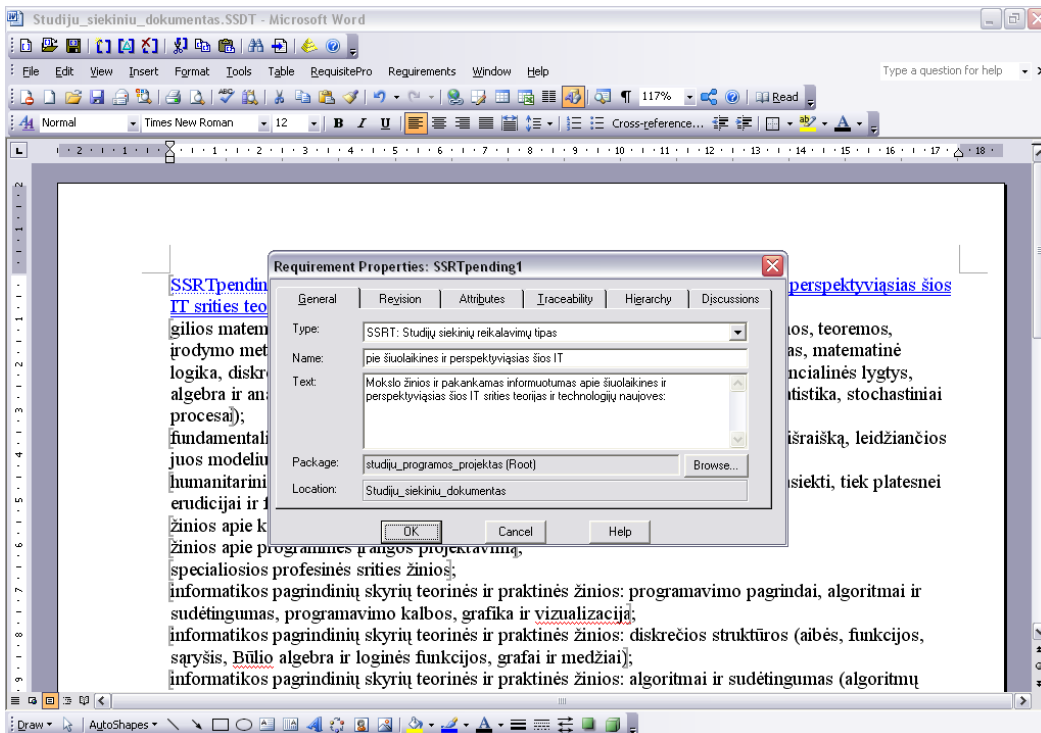
Reikalavimų dokumentas yra *Microsoft Word* failas sukurtas *IBM Rational RequisitePro™* priemonėje su integruota projekto DB.

Studijų dalykų formavimas (75 pav.).



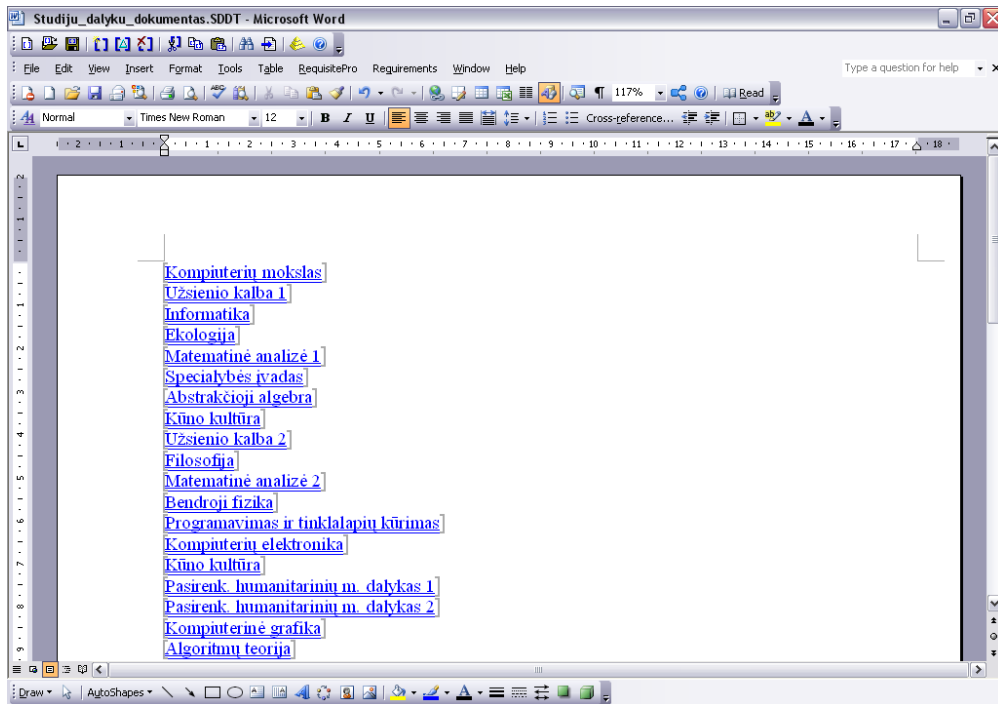
75 pav. Studijų dalykų formavimas

Studijų siekinių (kompetencijų) formavimas (76 pav.).

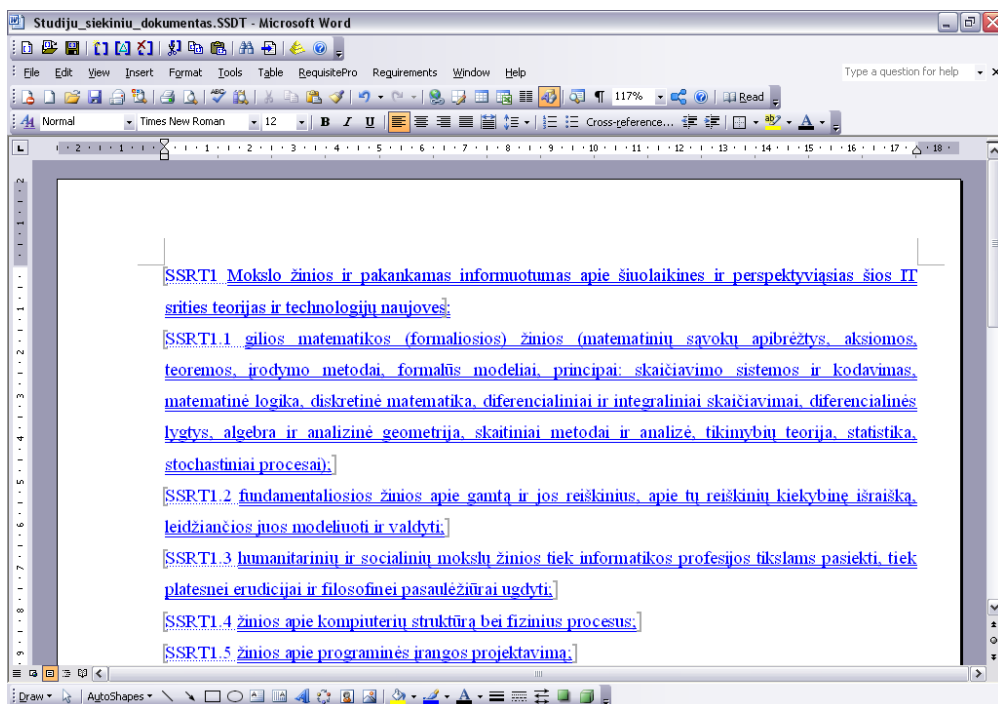


76 pav. Studijų siekinių (kompetencijų) formavimas

Sinchronizuoti studijų programos reikalavimų el. dokumentai (77 pav. ir 78 pav.).



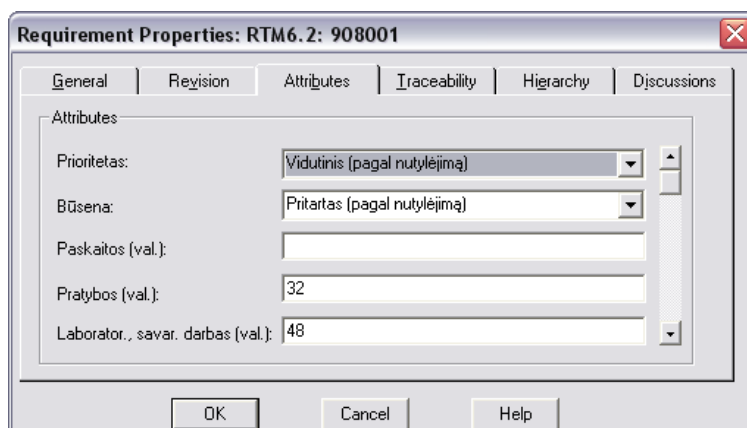
77 pav. Sinchronizuotas studijų dalykų reikalavimų el. dokumentas



78 pav. Sinchronizuotas studijų siekinių reikalavimų el. dokumentas

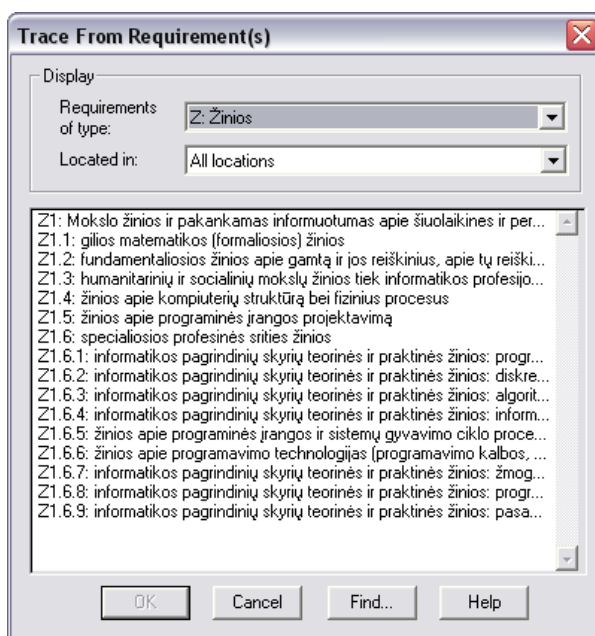
Visi reikalavimai saugomi projekto DB. Sukūrus reikalavimą, vėliau jį galima redaguoti, perkelti bei kopijuoti ir susieti su kitais reikalavimais esančiais tame pačiame ar kituose projektuose.

Studijų dalykų atributų nustatymas (79 pav.).



79 pav. Studijų dalykų atributų nustatymas

Reikalavimai gali būti klasifikuojami pagal jų tipus bei atributus. Studijų dalykų su siekiniais susietumas (80 pav.).



80 pav. Studijų dalykų su siekiniais susietumas

5.1.2. 2 etapas (1 žingsnis). Turimo žinių (senų reikalavimų) modelio transformavimas valdymo informacinių sąveikų pagrindu

„DVGM^o informacijos sistemos“ prototipo atvaizdas (MS AccessTM priemonės aplinkoje) pateikiamas 81 paveiksle.

81 pav. „DVGM^o modeliavimo informacijos sistemos“ prototipo atvaizdas
(MS AccessTM priemonės aplinkoje)

I detalumo lygmuo. Studijų veiklos valdymo funkcijos įvedimas (FI^o)
(82 pav.).

82 pav. Studijų veiklos valdymo funkcijos įvedimas (FI^o)

Informacinio srauto įvedimas (a^o) (83 pav.).

83 pav. Informacinio srauto įvedimas (a^o)

Informacinio srauto įvedimas (b^o) (84 pav.).

The screenshot shows a window titled 'InformationFlows' with the subtitle 'Informacinio srauto įvedimas:'. It contains a form with the following fields and values:

id_InformationFlows	21
InfFIName	Žinios apie veiklos modeliavimo notacijas
InfFIDescription	bo
id_Functions	5

At the bottom, there is a record navigation bar showing 'Record: 18 of 18'.

84 pav. Informacinio srauto įvedimas (b^o)

Studijavimo veiklos proceso įvedimas (PI^o) (85 pav.).

The screenshot shows a window titled 'F_Processes' with the subtitle 'Veiklos proceso įvedimas:'. It contains a form with the following fields and values:

id_Processes	6
ProcCode	P1o
ProcName	Įmonės veiklos analizės studijavimas
ProcDescription	
ProcLevel	
id_MaterialFlows	

At the bottom, there is a record navigation bar showing 'Record: 4 of 9'.

85 pav. Studijavimo veiklos proceso įvedimas (PI^o)

Materialaus srauto įvedimas ($IeigaI^o$) (86 pav.).

The screenshot shows a window titled 'MaterialFlows' with the subtitle 'Materialaus srauto įvedimas:'. It contains a form with the following fields and values:

id_MaterialFlows	8
MatFIName	Pradinis turimų žinių lygis
MatFIDescription	
id_Processes	

At the bottom, there is a record navigation bar showing 'Record: 5 of 6'.

86 pav. Materialaus srauto įvedimas ($IeigaI^o$)

Materialaus srauto įvedimas ($IšeigaI^o$) (87 pav.).

MaterialFlows

Materialaus srauto įvedimas:

id_MaterialFlows: 9

MatFIName: įsisavintos žinios apie DFD notaciją

MatFIDescription:

id_Processes: 7

Record: 6 of 8

87 pav. Materialaus srauto įvedimas ($Išeiga1^o$)

Sankirtos priskyrimas ($F1^o x P1^o$) (88 pav.).

FunctionsXProcesses

Veiklos valdymo funkcijos ir veiklos proceso sankirtos priskyrimas:

id_FunctionsXProcesses:

FuncXProcName: F1oxP1o

FuncXProcDescription:

id_Functions: 5

id_Processes: 6

id_Goals:

Record: 4 of 11

88 pav. Sankirtos priskyrimas ($F1^o x P1^o$)

II detalumo lygmuo. Studijų tikslo įvedimas ($G1^o$) (89 pav.).

Goals

Tikslo įvedimas:

id_Goals:

GoalName: įsisavinti veiklos modeliavimo notacijas (DFD, DSD, FH).

GoalDescription:

Record: 1 of 1

89 pav. Studijų tikslo įvedimas ($G1^o$)

Interpretavimo fazės (veiklos taisyklių) įvedimas (INI^o) (90 pav.).

90 pav. Interpretavimo fazės (veiklos taisyklių) įvedimas (INI^o)

Informacinio srauto (valdymo atributų) įvedimas (AI^o) (91 pav.).

91 pav. Informacinio srauto (valdymo atributų) įvedimas (AI^o)

Informacinio srauto įvedimas (BI^o) (92 pav.).

92 pav. Informacinio srauto įvedimas (BI^o)

Duomenų apdorojimo fazės įvedimas (DAI^o) (93 pav.).

The screenshot shows a window titled 'DataProcessing' with the subtitle 'Duomenų apdorojimo fazės įvedimas:'. It contains a form with the following fields: 'id_DataProcessing' (value: 1), 'DatProcCode' (value: DA1o), 'DatProcName' (value: Veiklos srities modeliavimas struktūriniu-funkciniu metodu.), 'DatProcDescription' (empty), and 'id_Functions' (value: 5). At the bottom, there is a record navigation bar showing 'Record: 1 of 1'.

93 pav. Duomenų apdorojimo fazės įvedimas (DAI^o)

Informacinio srauto įvedimas (CI^o) (94 pav.).

The screenshot shows a window titled 'InformationFlows' with the subtitle 'Informacinio srauto įvedimas:'. It contains a form with the following fields: 'id_InformationFlows' (value: 4), 'InfFIName' (value: Veiklos srities modelis), 'InfFIDescription' (empty), and 'id_Functions' (value: 5). At the bottom, there is a record navigation bar showing 'Record: 3'.

94 pav. Informacinio srauto įvedimas (CI^o)

Sprendimo priėmimo fazės įvedimas (SPI^o) (95 pav.).

The screenshot shows a window titled 'DecisionMaking' with the subtitle 'Sprendimo priėmimo fazės įvedimas:'. It contains a form with the following fields: 'id_DecisionMaking' (value: 1), 'DecMakCode' (value: SP1o), 'DecMakName' (value: Veiklos srities modelio tikrinimas.), 'DecMakDescription' (empty), and 'id_Functions' (value: 5). At the bottom, there is a record navigation bar showing 'Record: 1 of 2'.

95 pav. Sprendimo priėmimo fazės įvedimas (SPI^o)

Informacinio srauto įvedimas (DI^o) (96 pav.).

InformationFlows

Informacinio srauto įvedimas:

id_InformationFlows: 5

InfFIName: Veiklos srities klaidos

InfFIDescription:

id_Functions: 5

Record: 4

96 pav. Informacinio srauto įvedimas (DI^o)

Sprendimo realizavimo fazės įvedimas (REI^o) (97 pav.).

RealisationDecision

Sprendimo realizavimo fazės įvedimas:

id_RealisationDecision: 1

RealDecCode: RE1o

RealDecName: Veiklos srities modelio koregavimas

RealDecDescription:

id_Functions: 5

Record: 1 of 2

97 pav. Sprendimo realizavimo fazės įvedimas (REI^o)

Informacinio srauto įvedimas (VI^o) (98 pav.).

InformationFlows

Informacinio srauto įvedimas:

id_InformationFlows: 6

InfFIName: Teisingai sudarytas veiklos modelis

InfFIDescription:

id_Functions: 5

Record: 5

98 pav. Informacinio srauto įvedimas (VI^o)

5.1.3. 2 etapas (2 žingsnis). Dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) modelio transformavimas valdymo informacinių sąveikų pagrindu

„DVGM^w informacijos sistemos“ prototipo atvaizdas (*MS AccessTM* priemonės aplinkoje) pateikiamas 99 paveiksle.

The screenshot shows a software form with two main sections:

- Veiklos valdymo funkcijos:** A table with columns 'Funkcijos kodas' and 'Veiklos valdymo funkcijos pavadinimas'. It contains three rows:

Funkcijos kodas	Veiklos valdymo funkcijos pavadinimas
F1w	Veiklos analitiko kvalifikacinių reikalavimų valdymas
F2w	Veiklos duomenų bazių specialisto kvalifikacinių reikalavimų valdymas
F3w	Veiklos programuotojo kvalifikacinių reikalavimų valdymas
- Veiklos procesai:** A table with columns 'Veiklos proceso kodas' and 'Veiklos proceso pavadinimas'. It contains three rows:

Veiklos proceso kodas	Veiklos proceso pavadinimas
F1w	Analitiko veikla
F2w	Duomenų bazių specialisto veikla
F3w	Programuotojo veikla

Each table has a 'Record:' field with navigation icons and a page indicator (e.g., '1 of 9' for functions and '1 of 9' for processes). At the bottom of the form, there is a 'Record:' field with navigation icons and a page indicator '1 of 1'.

99 pav. „DVG^M modeliavimo informacijos sistemos“ prototipo atvaizdas
(MS AccessTM priemonės aplinkoje)

Analogiškai kaip ir 2 etapo 1 žingsnio „Turimo žinių (senų reikalavimų) modelio transformavimas valdymo informacinių sąveikų pagrindu“ (5.1.2 skyrelis) metu, įvedama dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) modelio informacija (pavyzdžio vaizdai pateikiami 11 priede). Taip pat šio priedo pabaigoje galima rasti esamų ir dalykinės srities žinių ištraukimo pavyzdžius.

Dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo 3 etapo metu taikoma pasiūlyta studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos metodika, kurios principinė schema buvo pateikta 4.3 poskyryje.

5.1.4. 3 etapas (1 žingsnis). Turimo žinių (senų reikalavimų) modelio analizė

Esamų žinių peržiūros vaizdų formavimas. Esamų žinių atributų matrica (100 pav.).

Requirements:	Lingvistiniai kintamieji	Priority	Status
OSPZRT1: Įmonės veiklos analizės studijavimas	Gerai	Medium	Approved
OSPZRT2: Žinios apie veiklos modeliavimo DFD, DSD, FH notacijas	Gerai	Medium	Approved
OSPZRT3: DFD, DSD, FH notacijų įsisavinimas	Gerai	Medium	Approved
OSPZRT4: Įsisavintos žinios apie DFD, DSD, FH notacijas	Gerai	Medium	Approved
OSPZRT5: Veiklos srities modeliavimas struktūriniu-funkciniu metodu	Gerai	Medium	Approved
OSPZRT6: Veiklos srities modelis	Gerai	Medium	Approved
OSPZRT7: Veiklos srities modelio tikrinimas	Puikiai	Medium	Approved
OSPZRT8: Veiklos srities klaidos	Gerai	Medium	Approved
OSPZRT9: Veiklos srities modelio koregavimas	Puikiai	Medium	Approved
OSPZRT10: Teisingai sudarytas veiklos modelis	Gerai	Medium	Approved

100 pav. Esamų žinių atributų matrica

Tokio atributo kaip lingvistinių kintamųjų (galimos reikšmės: puikiai, gerai, patenkinamai, prastai, blogai) priskyrimas padeda valdyti žinias, kas būtų neįmanoma naudojant vien standartinius teksto dokumentus. Pavyzdžiui, šioje matricoje žinias galima įvairiais būdais laikinai surūšiuoti pagal pasirinkto atributo reikšmę (taip pat taikyti filtravimo mechanizmą).

Esamų žinių susietumo matricos formavimas (101 pav.).

Relationships: - direct only	OSPZRT1: Įmonės veiklos...	OSPZRT2: Žinios apie veiklos...	OSPZRT3: DFD, DSD, FH notacijų...	OSPZRT4: Įsisavintos žinios apie...	OSPZRT5: Veiklos srities mod...	OSPZRT6: Veiklos srities mod...	OSPZRT7: Veiklos srities mod...	OSPZRT8: Veiklos srities klaid...	OSPZRT9: Veiklos srities mod...	OSPZRT10: Teisingai sudarytas...
OPRT1: Veiklos procesas (P1o)	→									
OPRT2: Informacinis srautas (A1o)		→								
OPRT3: Interpretavimas (IN1o)			→							
OPRT4: Informacinis srautas (B1o)				→						
OPRT5: Duomenų apdorojimas...					→					
OPRT6: Informacinis srautas (C1o)						→				
OPRT7: Sprendimo priėmimas...							→			
OPRT8: Informacinis srautas (D1o)								→		
OPRT9: Sprendimo realizavimas...									→	
OPRT10: Informacinis srautas (V1o)										→

101 pav. Esamų žinių susietumo matrica

Pavyzdžiui, „Interpretavimo (INI^o)“ procedūros esamų žinių (reikalavimų) fragmentas:

- *DFD, DSD, FH notacijų įsisavinimas (OSPZRT3).*

5.1.5. 3 etapas (2 žingsnis). Dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) modelio analizė

Dalykinės srities peržiūros vaizdų formavimas. Dalykinės srities žinių atributų matrica (102 pav.).

Requirements:	Lingvistiniai kintamieji	Priority	Status
WDSZRT1: Analitiko veikla	Puikiai	Medium	Approved
WDSZRT2: Analitiko kvalifikaciniai reikalavimai	Gerai	Medium	Approved
WDSZRT3: UML kalbos notacijos įsisavinimas	Puikiai	Medium	Approved
WDSZRT4: Žinios apie UML kalbos notaciją	Gerai	Medium	Approved
WDSZRT5: Veiklos srities modeliavimas objektiniu metodu	Puikiai	Medium	Approved
WDSZRT6: Veiklos srities modelis	Gerai	Medium	Approved
WDSZRT7: Veiklos srities modelio tikrinimas	Puikiai	Medium	Approved
WDSZRT8: Veiklos srities klaidos	Gerai	Medium	Approved
WDSZRT9: Veiklos srities modelio koregavimas	Puikiai	Medium	Approved
WDSZRT10: Procesų modeliavimo metodai	Puikiai	Medium	Approved

102 pav. Dalykinės srities žinių atributų matrica

Dalykinės srities žinių susietumo matricos formavimas (103 pav.).

Relationships: - direct only	WDSZRT1: Analitiko veikla	WDSZRT2: Analitiko kvalifikaciniai reikalavimai	WDSZRT3: UML kalbos notacijos įsisavinimas	WDSZRT4: Žinios apie UML kalbos notaciją	WDSZRT5: Veiklos srities modeliavimas objektiniu metodu	WDSZRT6: Veiklos srities modelis	WDSZRT7: Veiklos srities modelio tikrinimas	WDSZRT8: Veiklos srities klaidos	WDSZRT9: Veiklos srities modelio koregavimas	WDSZRT10: Procesų modeliavimo metodai
WPRT1: Veiklos procesas (P1w)										
WPRT2: Informacinis srautas (A1w)										
WPRT3: Interpretavimas (IN1w)										
WPRT4: Informacinis srautas (B1w)										
WPRT5: Duomenų apdorojimas (DA1w)										
WPRT6: Informacinis srautas (C1w)										
WPRT7: Sprendimo priėmimas (SP1w)										
WPRT8: Informacinis srautas (D1w)										
WPRT9: Sprendimo realizavimas...										
WPRT10: Informacinis srautas (V1w)										

103 pav. Dalykinės srities žinių susietumo matrica

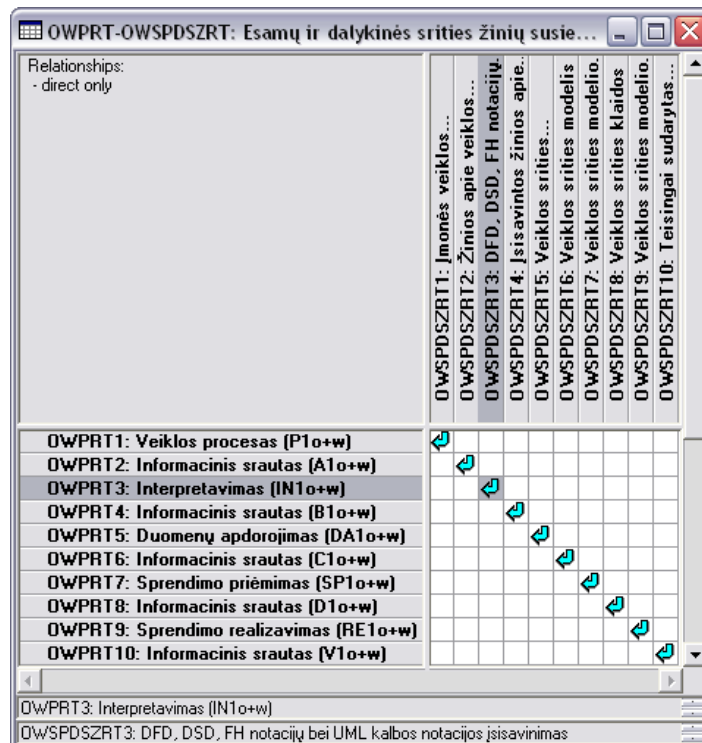
Pavyzdžiui, „Duomenų apdorojimo ($DA1^w$)“ procedūros dalykinės srities žinių (reikalavimų) fragmentas:

- veiklos srities modeliavimas objektiniu metodu ($WDSZRT5$).

Esamų ir dalykinės srities žinių (reikalavimų) skirtumo nustatymas. Esamų ir dalykinės srities žinių skirtumo nustatymo susietumo matricos vaizdas iliustruojamas 104 paveiksle.

Esamų žinių (senų reikalavimų) ir dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) susietumo matrica

	P1(G) ^w	A1 ^w	IN1(G) ^w	B1 ^w	DA1(G) ^w	C1 ^w	SP1(G) ^w	D1 ^w	RE1(G) ^w	V1 ^w
P1(G) ^o	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A1 ^o	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-
IN1(G) ^o	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-
B1 ^o	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-
DA1(G) ^o	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-
C1 ^o	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-
SP1(G) ^o	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-
D1 ^o	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-
RE1(G) ^o	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-
V1 ^o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P



104 pav. Esamų ir dalykinės srities žinių skirtumo nustatymo susietumo matrica

Pavyzdžiui, „Interpretavimo ($IN1^{o+w}$)“ procedūros esamų ir dalykinės srities žinių fragmentas:

- *DFD, DSD, FH notacijų bei UML kalbos notacijos įsisavinimas (OWSPDSZRT3).*

Neraiškiųjų skaičių metodų taikymas esamų ir dalykinės srities žinių palyginimo kokybei vertinti. Toliau esamos ir dalykinės srities žinios yra vertinamos remiantis sukurtu kokybės modeliu taikant trikampio bei trapecijos neraiškiųjų skaičių metodus.

Trikampio neraiškiųjų skaičių metodo taikymas. Naudojant šį metodą įvertinti du siūlomi žinių rinkiniai (ŽR) – ŽR1: „Esamos žinios“ (12 lentelė) ir ŽR2: „Dalykinės srities žinios“ (13 lentelė). Vertinimas čia suprantamas kaip apibendrinta specialistų grupės nuomonė.

Supažindinus su žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos, grindžiamos detalizuota vertės grandine ir elementariu valdymo ciklu, prototipu specialistų grupei buvo pateiktas iš anksto parengtas turimo domeno ir dalykinės srities žinių sąrašas. Pasiūlytas žinias specialistų grupė turėjo įvertinti iš turimos patirties studijų programų sudarymo ir tobulinimo srityje. Pasiūlytam esamų ir dalykinės srities žinių vertinimo procesui buvo atrinkti 3 specialistai. Svarbiausias rezultatų patikimumą lemiantis veiksnys yra ne specialistų skaičius, bet jų kvalifikacija.

12 lentelė. Esamų žinių palyginimas taikant trikampio neraiškiųjų skaičių metodą

Eil. Nr.	Žinios (reikalavimai)	ŽR1 įverčiai
1.	Įmonės veiklos analizės studijavimas (P1 ^o).	0,675
2.	Žinios apie veiklos modeliavimo DFD, DSD, FH notacijas (A1 ^o).	0,675
3.	DFD, DSD, FH notacijų įsisavinimas (IN1 ^o).	0,675
4.	Įsisavintos žinios apie DFD, DSD, FH notacijas (B1 ^o).	0,675
5.	Veiklos srities modeliavimas struktūriniu-funkciniu metodu (DA1 ^o).	0,675
6.	Veiklos srities modelis (C1 ^o).	0,500
7.	Veiklos srities modelio tikrinimas (SP1 ^o).	0,850
8.	Veiklos srities klaidos (D1 ^o).	0,500
9.	Veiklos srities modelio koregavimas (RE1 ^o).	0,850
10.	Teisingai sudarytas veiklos modelis (V1 ^o).	0,675
Vertinimo rezultatai		0,6750

13 lentelė. Dalykinės srities žinių palyginimas taikant trikampio neraiškiųjų skaičių metodą

Eil. Nr.	Žinios (reikalavimai)	ŽR2 įverčiai
1.	Analitiko veikla (P1 ^w).	0,850
2.	Analitiko kvalifikaciniai reikalavimai (A1 ^w).	0,675
3.	UML kalbos notacijos įsisavinimas (IN1 ^w).	0,850
4.	Žinios apie UML kalbos notaciją (B1 ^w).	0,675
5.	Veiklos srities modeliavimas objektiniu metodu (DA1 ^w).	0,850
6.	Veiklos srities modelis (C1 ^w).	0,500
7.	Veiklos srities modelio tikrinimas (SP1 ^w).	0,850
8.	Veiklos srities klaidos (D1 ^w).	0,500
9.	Veiklos srities modelio koregavimas (RE1 ^w).	0,850
10.	Procesų modeliavimo metodai (V1 ^w).	0,850
Vertinimo rezultatai		0,7450

Matricos $f_i(X)$ stulpeliuose pateikti ŽR1 ir ŽR2 įverčiai trikampiais neraiškiaisiais skaičiais:

$$f_i(X) = \begin{pmatrix} 0,675 & 0,850 \\ 0,675 & 0,675 \\ 0,675 & 0,850 \\ 0,675 & 0,675 \\ 0,675 & 0,850 \\ 0,500 & 0,500 \\ 0,850 & 0,850 \\ 0,500 & 0,500 \\ 0,850 & 0,850 \\ 0,675 & 0,850 \end{pmatrix}$$

Vertinamų žinių kokybės eksperimentinio vertinimo rezultatai taikant vienodus žinių svorius ($a_i = 0,100$) yra šie:

$$A_v \cdot f(X_j) = (0,6750 \quad 0,7450) \quad (10)$$

Vertinamų žinių kokybės eksperimentinio vertinimo rezultatai taikant skirtingus žinių svorius (a_i) yra šie:

$$A_s \cdot f(X_j) = (0,6925 \quad 0,7660) \quad (11)$$

Taikant vienodus žinių svorius bendrosios kokybės vertinimo rezultatai (10) rodo, kad ŽR1 atitinka 67,50 % bendros kokybės, lyginant su idealia

kokybe, $\check{Z}R2 = 74,50\%$. Taikant skirtingus žinių svorius kokybės vertinimo rezultatai (11) rodo, kad $\check{Z}R1$ atitinka $69,25\%$ kokybės, lyginant su idealia kokybe, $\check{Z}R2 = 76,60\%$.

Rezultatai rodo, kad taikant trikampio neraiškiųjų skaičių metodą $\check{Z}R2$ yra vertinamas geriausiai tiek naudojant vienodus, tiek skirtingus žinių svorius.

Trapecijos neraiškiųjų skaičių metodo taikymas. Matricos $f_i(X)$ stulpeliuose pateikti $\check{Z}R1$ ir $\check{Z}R2$ įverčiai trapecijos neraiškiais skaičiais:

$$f_i(X) = \begin{pmatrix} 0,800 & 1,000 \\ 0,800 & 0,800 \\ 0,800 & 1,000 \\ 0,800 & 0,800 \\ 0,800 & 1,000 \\ 0,800 & 0,800 \\ 1,000 & 1,000 \\ 0,800 & 0,800 \\ 1,000 & 1,000 \\ 0,800 & 1,000 \end{pmatrix}$$

Vertinamų žinių kokybės eksperimentinio vertinimo rezultatai taikant vienodus žinių svorius ($a_i = 0,100$) yra šie:

$$A_v \cdot f(X_j) = (0,8400 \quad 0,9200) \quad (12)$$

Vertinamų žinių kokybės eksperimentinio vertinimo rezultatai taikant skirtingus žinių svorius (a_i) yra šie:

$$A_s \cdot f(X_j) = (0,8520 \quad 0,9360) \quad (13)$$

Naudojant trapecijos neraiškiuosius skaičius, bendrosios kokybės vertinimo rezultatai (12) rodo, kad $\check{Z}R1$ atitinka $84,00\%$ bendros kokybės, lyginant su idealia kokybe, $\check{Z}R2 = 92,00\%$. Taikant skirtingus žinių svorius kokybės vertinimo rezultatai (13) rodo, kad $\check{Z}R1$ atitinka $85,20\%$ kokybės, lyginant su idealia kokybe, $\check{Z}R2 = 93,60\%$.

Rezultatai rodo, kad taikant trapecijos neraiškiųjų skaičių metodą $\check{Z}R2$ yra vertinamas geriausiai tiek naudojant vienodus, tiek skirtingus žinių svorius. Matome, kad kokybės vertinimo rezultatai yra artimi naudojant tiek

trikampius, tiek trapecijos neraiškiuosius skaičius. Trapecijos neraiškiųjų skaičių metodo taikymas rodo kiek didesnę skirtumą tarp esamų bei dalykinės srities žinių kokybės įvertinimo rezultatų taikant vienodus (8,00 % lyginant su 7,00 %) ir skirtingus žinių svorius (8,4 % lyginant su 7,35 %).

Esamų ir dalykinės srities žinių palyginimo, taikant trikampio ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodus, programos ataskaitos pateikiamos 12 priede.

Atnaujintų žinių kokybės vertinimas. Užpildyta atnaujintų žinių kokybės vertinimo forma pateikiama 105 paveiksle.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Atnaujintų žinių kokybės vertinimo darbalapis									
Įveskite studijų dalyko pavadinimą (-us) į stulpelius dešinėje; iškirpkite/įklijuokite papildomus stulpelius arba ištrinkite, jei reikia.									
Įveskite skaičių nuo 1 iki 5, nurodydami kiek daugiausiai dėmesio jūsų studijų dalykas skirs kiekvienoms žinioms.									
Žr. (darbalapis „Apibrėžimai“) tam, kad pamatyti vertimo skalės (1-5)									
○ 1 Jokio suvokimo			Informatika	Programavimas ir tinklapių kūrimas	Sistemų teorija ir CASE	technologijos	Programų sistemų inžinerija	Programų kūrimo kursinis darbas	Vidurkis
● 2 Suvokimas/žinios									
● 3 Supratimas/taikymas									
● 4 Analizė									
● 5 Sintezė/įvertinimas									
Studijų dalyko vertinimo vidurkis			1,10	1,20	4,30	4,10	3,70	2,88	
% žinių			10,0%	20,0%	100,0%	100,0%	100,0%	66,0%	100,0%
Atnaujintos žinios									
1.	Įmonės veiklos analizės studijavimas ir analitiko veikla (P1o+w).	○ 2	● 2	● 5	● 4	● 4	● 4	● 3,40	
2.	Žinios apie veiklos modeliavimo DFD, DSD, FH notacijas ir analitiko kvalifikaciniai reikalavimai (A1o+w).	○ 1	○ 1	● 4	● 4	● 2	● 2,40		
3.	DFD, DSD, FH notacijų bei UML kalbos notacijos įsisavinimas (IN1o+w).	○ 1	○ 1	● 4	● 3	● 2	● 2,20		
4.	Įsisavintos žinios apie DFD, DSD, FH notacijas ir apie UML kalbos notaciją (B1o+w).	○ 1	○ 1	● 4	● 4	● 4	● 2,80		
5.	Veiklos srities modeliavimas struktūriniu-funkciniu ir objektniu metodais (DA1o+w).	○ 1	○ 1	● 4	● 5	● 5	● 3,20		
6.	Veiklos srities modelis (C1o+w).	○ 1	● 2	● 5	● 4	● 4	● 3,20		
7.	Veiklos srities modelio tikrinimas (SP1o+w).	○ 1	○ 1	● 4	● 5	● 5	● 3,20		
8.	Veiklos srities klaidos (D1o+w).	○ 1	○ 1	● 4	● 5	● 4	● 3,00		
9.	Veiklos srities modelio koregavimas (RE1o+w).	○ 1	○ 1	● 4	● 3	● 3	● 2,40		
10.	Teisingai sudarytas veiklos modelis ir procesų modeliavimo metodai (V1o+w).	○ 1	○ 1	● 5	● 4	● 4	● 3,00		

105 pav. Užpildytos atnaujintų žinių kokybės vertinimo formos atvaizdas

Taip pat yra apskaičiuojami kiekybiniai parametrai, rodantys bendrą suderinamumą su žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo modeliu tiek dalyko, tiek studijų programos lygyje.

5.2. Penktojo skyriaus apibendrinimas ir išvados

1. Įvykdyta sukurto dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodo, grindžiamo valdymo informacinėmis sąveikomis, aprobacija: 1-ame metodo etape buvo pademonstruotas žinių turinio sudarymas; 2-ame etape pateiktas esamų ir dalykinės srities žinių (reikalavimų) veiklos taisyklių bei atributų įvedimas DVGM

ir EVC pagrindu; 3-ame etape atlikta esamų ir dalykinės srities žinių modelių analizė (vyksta atributų, susietumų matricų formavimo ir žinių skirtumo nustatymo bei vertinimo procesai).

2. Dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodas ir kompiuterizuota priemonė panaudota studijų programos žinių turiniui patikrinti ir atnaujinti.
3. Nustatant žinių kokybę, galima teigti, kad trapecijos neraiškiųjų skaičių metodo taikymas rodo kiek didesnę skirtumą tarp esamų ir dalykinės srities žinių (reikalavimų) kokybės įvertinimo rezultatų taikant vienodus (8,00 % lyginant su 7,00 %) ir skirtingus žinių svorius (8,4 % lyginant su 7,35 %).
4. Atnaujintų žinių kokybės vertinimo programa skirta padėti įvertinti, kaip studijų programa po žinių turinio atnaujinimo proceso atitinka dalykinės srities poreikius.

BENDROSIOS IŠVADOS

Atlikus teorinius ir eksperimentinius tyrimus, suformuluotos šios mokslinės bei praktinės išvados:

1. Atlikus dalykinės srities modeliavimo metodologijų ir metodų (kalbų, notacijų) analizę, konstatuota, kad žiniomis grindžiamas veiklos modeliavimo metodas, kuris identifikuotų ne tik organizacijos veiklos tikslus, bet ir valdomojo objekto bei valdančiosios sistemos informacinę sąveiką, sudarančią valdymo grįžtamąjį ryšį, gali būti kuriamas detalizuoto vertės grandinės modelio pagrindu.
2. Sukurtas dalykinės srities valdymo žinių modeliavimo metodas, leidžiantis sudaryti analizuojamo domeno valdymo informacinių sąveikų dviejų lygmenų (granuliuoto) žinių aprašymo modelį:
 - 2.1. aukščiausiojo lygmens modifikuotas vertės grandinės modelis toliau detalizuojamas į elementaraus valdymo ciklo modelių rinkinį;
 - 2.2. pasirinkta hierarchinė struktūra leidžia sudaryti naujus struktūrinius žinių modelius bei juos atnaujinti.
3. Sukurtas dalykinės srities žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo veiklos modelis aprašytas formaliai, pasiūlytos kompiuterizuoto IS inžinerijos proceso priemonės metodui realizuoti, taip pat įgyvendinta kompiuterizuota CASE sistema.
4. Darbe neapsiribojama formaliu pateikimu, todėl metodas taikomas konkrečiame, nuolatinio žinių turinio atnaujinimo reikalaujantiame, domene – aukštojo mokslo studijų programų konstravimo ir atnaujinimo srityje.
5. Pažymėtinas pasiūlyto sprendimo lankstumo aspektas – galimybė integruoti sukurtą domeno žinių bazę su studijų programos reikalavimų valdymo sistema, išskiriant žinių valdymo procesus ir

realizuojant žinių posistemį egzistuojančioje CASE sistemos aplinkoje.

6. Pasiūlyta šios sistemos taikymo metodika ir jos aprobavimo metu gauti rezultatai aktualūs ir naudingi aukštojo mokslo institucijų akademinės bendruomenės nariams, darbuotojams bei specialistams, tobulinantiems egzistuojančias studijų programas, siekiantiems užtikrinti jų kokybę.
7. Gauti realūs taikymo rezultatai (atnaujinant KU informatikos studijų programas) leidžia daryti išvadą apie plačias metodikos taikymo galimybes kuriant ir atnaujinant kitų sričių studijų programas aukštojo mokslo institucijose.
8. Pasiūlytas metodas aprobuotas eksperimentu, kuris patvirtino siūlomų sprendimų korektiškumą. Taip pat buvo įvertinta atnaujintų domeno žinių kokybė atsižvelgiant į specialistų žinioms keliamus reikalavimus, vertinant atitiktį reikalavimams ir apibendrinant subjektyvias ekspertų nuomones neraiškiųjų skaičių teorijos pagrindu.
9. Sukurta žiniomis grindžiama kompiuterizuota CASE sistema gali būti toliau plėtojama ir taikoma ne tik pasirinktos dalykinės srities žinių turiniui patikrinti bei atnaujinti, bet ir kitose srityse (įmonių žinių bazėms kurti ir atnaujinti, BI priemonėms tobulinti, įdiegiant žinių bazes, vertinti sukauptų repozitorijų turinio pilnumą). Tai galėtų būti tolimesnių darbų uždavinys.

LITERATŪRA IR ŠALTINIAI

1. ACKOFF, Russell L. From data to wisdom. *Journal of Applied System Analysis*. Germantown: Periodicals Service Company, 1989, T. 16, Nr. 3, p. 3–9. ISSN 0308-9541.
2. AHMED, Nazim U.; and SHARMA, Sushil K. Porter's value chain model for assessing the impact of the internet for environmental gains. *Management and Enterprise Development*. 2006, T. 3, Nr. 3, p. 278–295. ISSN 1741-8127.
3. ALAVI, Maryam; and LEIDNER, Dorothy E. Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*. Management Information Systems Research Center: University of Minnesota, 2001, T. 25, Nr. 1, p. 107–136. ISSN 02767783.
4. ALBRECT, Terrance L.; JOHNSON, Gerianne M.; and WALTHER, Joseph B. Understanding communication process in focus groups. *Advancing the State of the Art*. London: Sage Publications, 1993, p. 51–64. ISBN 978-0803948747.
5. ARGYRIS, Chris. *An organisational learning*. United Kingdom: Blackwell Business Publishers, 1999, 464 p. ISBN 0631213090.
6. AMMERMAN, Ravel F.; SEN, Pankaj K.; and STREVELER, Ruth A. *Work in Progress – The Kolb Learning Model Applied to an Advanced Energy Systems Laboratory* [interaktyvus]. IEEE, 2005, T2C-7 – T2C-8 [žiūrėta 2009 m. gegužės 6 d.]. Prieiga per internetą: <<http://ieeexplore.ieee.org/iel5/10731/33854/01611890.pdf?tp=&isnumber=33854&arnumber=1611890>>.
7. ANDREESCU, Anca; and MIRCEA, Marinela. Managing Knowledge as Business Rules. *Informatica Economică*. 2009, T. 13, Nr. 4, p. 63–74. ISSN 1453-1305.
8. ANDRIUŠKEVIČIENĖ, Danguolė; TAMULEVIČIUS, Algirdas; ir VALIUKĖNAS, Vytautas. *Inžinieriai, technikai ir technologai: trikalbis aiškinamasis žodynelis*. Vilnius: Lietuvos darbo rinkos mokymo tarnyba, 2005, 207 p. ISBN 9986-485-46-0.
9. APPLEHANS, Wayne; GLOBE, Alden; and LAUGERO, Greg. *Managing Knowledge: A Practical Web-Based Approach*. Boston MA: Addison-Wesley, 1999, 128 p. ISBN 978-0201433159.
10. ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY. *Computing Curricula 2005* [interaktyvus]. United States of America, 2005 [žiūrėta 2008 m. gruodžio 22 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf>.
11. ATVIROS INFORMAVIMO, KONSULTAVIMO IR ORIENTAVIMO SISTEMOS (AIKOS) SVETAINĖ. *Studijų mokymo programos. Studijų ir mokymo programų paieška pagal lygmenis* [interaktyvus]. Vilnius,

- 2004 [žiūrėta 2010 m. kovo 4 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.aikos.smm.lt/aikos/programos.htm>>.
12. AURUM, Aybuke; and WOHLIN, Claes. *Engineering and Managing Software Requirements*. Berlin: Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH&Co. K, 2005, 478 p. ISBN 5-4025-043-3.
 13. AXELSSON, Jakob. Model Based Systems Engineering Using a Continuous-Time Extension of the Unified Modelling Language (UML). *The Journal of The International Council on Systems Engineering*. George Mason University, 2002, T. 5, Nr. 3, p. 165–179. ISSN 1098-1241.
 14. AZMI AL, M.; and ZAIRI, M. Knowledge Management: A Proposed Taxonomy. *International Journal of Applied Quality Management*. T. 2, Nr. 2, p. 1–23. ISSN 1742-2647.
 15. BANDARIAN, Reza. Exploiting value chain process concepts in research organisations. *International Journal of Value Chain Management*. InderScience publishers, 2008, T. 2, Nr. 3, p. 400–416. ISSN 1741-5365.
 16. BAREIŠA, Eduardas; KARČIAUSKAS, Eimutis; ir BLAŽAUSKAS, Tomas. Development of CASE tools for software process improvement. *Information technology and Control*. Kaunas: „Technologija“, 2005, T. 34, Nr. 2, p. 181–187. ISSN 1392-124X.
 17. BARKER, Richard. *Case and Method: Task and Deliverables*. Addison-Wesley, 1996. ISBN 0-201-41697-2.
 18. BEARD, Delbie; SCHWIEGER, Dana; and SURENDRAN, Ken. A Value Chain Approach for Attracting, Educating, and Transitioning Students to the IT Profession. *Information Systems Education Journal*. Chicago, IL: published by EDSIG, the Education Special Interest Group of AITP, 2010, T. 8, Nr. 7, p. 1–12. ISSN 1545-679X.
 19. BELEVIČIŪTĖ, Inga. *Sistemas architektūra, grindžiama žinių valdymo procesais*: daktaro disertacija. Vilnius: Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2008, 104 p.
 20. BERNATAVIČIENĖ, Jolita. *Vizualios žinių gavybos metodologija ir jos tyrimas*: daktaro disertacija. Vilnius: Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2008, 116 p.
 21. BLANCHARD, Benjamin S. *Systems Engineering Management*. New York: John Wiley&Sons, Interscience Publ., 1991. ISBN 0-471-29176-5.
 22. BLAŽIENĖ, Inga; et al. *Specialistų poreikio tyrimų metodologija*. Vilnius: Mokslo aidai, 2008, 109 p. ISBN 978-9955-591-46-7.
 23. BLOOM, Benjamin S. *Taxonomy of Educational Objectives*. London: Longman, 1965. ISBN 978-0582280106.
 24. BORNEMANN, Manfred; and SAMMER, Martin. Assessment methodology to prioritize knowledge management related activities to support organizational excellence. *Measuring Business Excellence*. United Kingdom: Emerald Group Publishing Limited, 2003, T. 7, Nr. 2, p. 45–53. ISSN 1368-3047.

25. BRACHMAN, Ronald J.; *et al.* Reducing classic to practice: knowledge representation theory meets reality. *Conceptual Modeling: Foundations and Applications*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, p. 436–465. ISSN 0302-9743.
26. BUBENKO, Janis; and KIRIKOVA, Marite. Improving the quality of Requirements Specifications. *Perspectives on Business Modelling*. Berlin: Springer-Verlag, 1999, p. 243–268. ISBN 3-540-65249-3.
27. BULAJEVA, Tatjana. *Dalyko vertinimo sistemos kūrimas: kaip sukurti studentų pasiekimų vertinimo metodiką* [interaktyvus]. Vilnius, 2007, p. 49–64 [žiūrėta 2013 m. kovo 25 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.esec.vu.lt/lt/public/Vertinimo%20metodika.pdf>>.
28. BUTLERIS, Rimantas. Funkcinių reikalavimų specifikavimas abstrahuoto ir detalizuoti reikalavimų modelių pagrindu. *Informacijos mokslai*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2006, T. 36, p. 168–177. ISSN 1392-0561.
29. CAREERONESTOP kompanija. *Welcome to the Competency Model Clearinghouse User Guides* [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2013 m. sausio 25 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.careeronestop.org/>>.
30. CHEN, Yeong-Long; YANG, Tzer-Chyun; and LIN, Zsay-Shing. A study on the modelling of Knowledge value chain. *Knowledge Management*. Emerald Group Publishing Limited, 2004, p. 1–12. ISSN 1367-3270.
31. CHEN, Peter Pin-Shan. The Entity-Relationship Model-Toward a Unified View of Data. *ACM Transactions on Database Systems*. 1976, T. 1, Nr. 1, p. 9–36. ISSN 0362-5915.
32. CHRISTENSEN, Lars C.; *et al.* *Enterprise modelling – practices and perspectives* [interaktyvus]. Trondheim, Norway: University of Trondheim, 1995 [žiūrėta 2008 m. rugpjūčio 30 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.idi.ntnu.no/grupper/su/publ/pdf/asme95.pdf>>.
33. CORINNE, Irwin S; and DENNIS, Taylor C. Identity, credential, and access management at NASA, from Zachman to attributes. *Proceedings of the 8th Symposium on Identity and Trust on the Internet*. Gaithersburg, Maryland, 2009, p. 1–14. ISBN 978-1-60558-474-4.
34. CUMMINS, Fred. Value Chain Modelling: Linking Customer Value to Business Process Design and Automation. In: *Cutter IT Journal*. Arlington: Cutter Consortium, 2010, T. 23, Nr. 2, p. 23–30. ISSN 15227383.
35. ČAPLINSKAS, Albertas. Curricula engineering: application of systems engineering methods to the development of university curricula. *Information technology and control*. Kaunas: „Technologija“, 2002, T. 22, Nr. 1, p. 53–58. ISSN 1392-124X.
36. ČAPLINSKAS, Albertas. Bendrosios sistemų inžinerijos vaidmuo specifikuojant verslo programinės įrangos reikalavimus [interaktyvus]. *Informacijos mokslai*. Vilniaus universitetas, 2007, T. 42, p. 162–167. ISSN 1392-0561 [žiūrėta 2010 m. gegužės 28 d.]. Prieiga per internetą:

- <<http://www.cceol.com/asp/getdocument.aspx?logid=5&id=77AE9F09-C54F-4770-A8F5-DB2CC1FE180F>>.
37. ČAPLINSKAS, Albertas; ir VASILECAS, Olegas. Modern curriculum in information systems: a case study. *Information technology and control*. Kaunas: „Technologija“, T. 22, Nr. 1, 2002, p. 59–63. ISSN 1392-124X.
 38. ČAPLINSKAS, Albertas; ir VASILECAS, Olegas. *Generic Master of Science Degree Program in Information Systems: methodical materials*. Vilnius: „Technika“, 2003, 144 p. ISBN 9986-05-651-9.
 39. ČAPLINSKAS, Albertas. Requirements Elicitation in the Context of Enterprise Engineering: A Vision Driven Approach. *Informatika*. 2009, T. 20, Nr. 3, p. 343–368. ISSN 0868-4952.
 40. DAVENPORT, Thomas H.; and PRUSAK, Laurence. *Working knowledge: How organizations manage what they know*. Boston: Harvard Business School Press, 1998, 199 p. ISBN 978-1578513017.
 41. DEMING EDWARDS, William. *The New Economics for Industry, Government, Education*. The MIT Press, 2000, p. 123–143. ISBN 978-0262541169.
 42. DENISOVAS, Vitalijus. MOCURIS curriculum requirements management using Rational RequisitePro. *Tarptautinio seminaro „MOCURIS-Rational“ pristatymo medžiaga*. Vilnius: VGTU, 2002 m. lapkričio 7 d., 2002.
 43. DENISOVAS, Vitalijus; *et al.* Informacinių technologijų srities magistrantūros studijų programų modernizavimas, plėtra ir mobilumo užtikrinimas. *Technologijos mokslo darbai Vakarų Lietuvoje VI*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2008, p. 5–10. ISSN 1822-4652.
 44. DENISOVAS, Vitalijus, TEKUTOV, Jurij, ir TEKUTOVA, Julija. Sistemų inžinerijos metodų taikymas informatikos studijų programų modernizacijai ir stebėsenai. *Technologijos mokslo darbai Vakarų Lietuvoje VI*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2008, p. 78–85.
 45. DENISOVAS, Vitalijus; TEKUTOV, Jurij; ir TEKUTOVA, Julija. Informatikos pagrindinių studijų programos analizė ir atnaujinimas taikant reikalavimų inžinerijos priemones. *Fundamentiniai tyrimai ir inovacijos mokslų sandūroje*. Klaipėda, Klaipėdos universiteto leidykla, 2008, p. 25–37. ISSN 978-9955-18-329-7.
 46. DENISOVAS, Vitalijus, GUDAS, Saulius, TEKUTOV, Jurij, TEKUTOVA, Julija, ir BRAUKLYTĖ, Ilona. 2009. Reikalavimų inžinerijos metodų taikymas informatikos pagrindinių studijų programoms tobulinti. *Vadyba: mokslo tiriamieji darbai 2009 Nr. 1 (T. 14)*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, p. 123–131.
 47. DOSBERGS, Dainis. *Study Program Quality Evaluation: daktaro disertacijos santrauka (vadovas: prof. habil. dr. Juris Borzovs)*. Ryga: Latvijos universitetas, 2011, 23 p.
 48. DRUCKER, Peter F. *Knowledge work and knowledge society: The social transformations of this century* [interaktyvus]. 1994 [žiūrėta

- 2011 m. kovo 23 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.hks.harvard.edu/ifactory/ksgpress/www/ksg_news/transcripts/drucklec.htm>.
49. DUNNE, Bruce; *et al.* Work In Progress – CE Curriculum Development Based on IEEE-CS/ACM Body of Knowledge Recommendations. *37th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. Milwaukee, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2007. ISSN 0190-5848.
 50. DZEMYDIENĖ, Dalė. Komponentinės žinių valdymo sistemos architektūrinių sprendimų analizė. *Informacijos mokslai*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2003, T. 26, p. 98–103. ISSN 1392-0561.
 51. ELIAS, Peter; and BIRCH, Margaret. *Establishment of Community-Wide Occupational Statistics. ISCO 88 (COM) A Guide for Users* [interaktyvus]. United Kingdom: University of Warwick, 1994 [žiūrėta 2010 m. balandžio 2 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/ier/research/isco88/isco88.pdf>>.
 52. EISNER, Elliot W. *The uses and limits of performance assessment*. Phi Delta Kappan, 1999, T. 80, Nr. 9, 658 p. ISSN-0031-7217.
 53. EULGEM, Stefan. *Die Nutzung des unternehmensinternen Wissens. Ein Beitrag aus der perspektive der Wirtschaftsinformatik*. Frankfurt am Main: Peter Lang Verlag, 1998, 308 p. ISBN 978-3631336823.
 54. EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARTIZATION. *ENV 12204: Advanced Manufacturing Technology – System Architecture – Constructs for Enterprise Modelling*, CEN TC 310/WG1. 1996, 42 p.
 55. FRANCE, Robert; and RUMPE, Bernhard. Model-driven Development of Complex Software: A Research Roadman. In: *Future of Software Engineering at ICSE'07*. 2007, p. 37–54. ISBN 0-7695-2829-5.
 56. FRANK, Ulrich. *Multi-Perspective Enterprise Modeling (MEMO) – Conceptual Framework and Modeling Languages* [interaktyvus]. 2002 [žiūrėta 2012 m. gruodžio 30 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.big.tuwien.ac.at/files/teaching/guidelines/Enterprise_Modeling.pdf>.
 57. FRANKEL, David. *Model Driven Architecture: Applying MDA to Enterprise Computing*. John Wiley & Sons. 2003, 352 p. ISBN 978-0471319207.
 58. GARVEY, Paul R.; and PINTO, Cesar Ariel. Introduction to Functional dependency network analysis. *Second International Symposium on Engineering Systems*. Cambridge: Massachusetts. 2009.
 59. GIAGLIS, George M. A Taxonomy of Business Process Modelling and Information Systems Modelling Techniques. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*. Boston: Springer, 2001, T. 13, Nr. 2, p. 209–228. ISSN 0920-6299.
 60. GUDAS, Saulius. A Framework for research of Information Processing Hierarchy in Enterprise. *Mathematics and Computer in Simulation*. North Holland, 1991, Nr. 33, p. 281–285. ISSN: 0378-4754.
 61. GUDAS, Saulius. Organisational System as a Hierarchy of Information Processes. *Applications of Artificial Intelligence in Engineering VI*

- (AIENG 91). Computational Mechanics Publications, Southampton, Boston, 1991, p. 1037–1050.
62. GUDAS, Saulius. Hierarchy of Information Processing in Organizational Systems. *Proceedings of the Baltic Workshop on NATIONAL Infrastructure Databases: Problems, Methods, Experiences (Baltic DB'94 Workshop)*. T. 2, Vilnius: Mokslo aidai, 1994, p. 12–120. ISBN 9789986479062.
 63. GUDAS, Saulius. Framework for the structure of enterprise objectives. *Applications of Artificial Intelligence in Engineering VII*. Computational Mechanics Publications, Southampton, 1992, p. 753–758.
 64. GUDAS, Saulius. *Organizacijų veiklos modeliavimas*. Kaunas: „Naujas LANKAS“, 2002, 135 p. ISBN 9955-03-125-5.
 65. GUDAS, Saulius. *Veiklos analizė ir informacinių poreikių specifikavimas*. Kaunas: „Naujas LANKAS“, 2002, 94 p. ISBN 9955-03-1256-3.
 66. GUDAS, Saulius. Žiniomis grindžiamos IS inžinerijos metodų principai. *Konferencijos pranešimų medžiaga „Informacinės technologijos 2005“*. Kaunas: „Technologija“, 2005, T. 2, p. 713–717. ISBN 9955-09-788-4.
 67. GUDAS, Saulius. *Knowledge-Based Enterprise Framework: A Management Control View*, New Research on Knowledge Management Models and Methods [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2012 m. rugpjūčio 3 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.intechopen.com/books/new-research-on-knowledge-management-models-and-methods/knowledge-based-enterprise-framework-a-management-control-view>>. ISBN 978-953-51-0190-1.
 68. GUDAS, Saulius. *Informacijos sistemų inžinerijos teorijos pagrindai*. Monografija. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2012, 384 p. ISBN 978-609-459-075-7.
 69. GUDAS, Saulius; ir BRUNDZAITĖ, Rasa. Veiklos žinių modeliavimas pagal modifikuotą vertės grandinę. *Informacijos mokslai: mokslo darbai*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2005, T. 35, p. 179–191. ISSN 1392-0561.
 70. GUDAS, Saulius; DENISOVAS, Vitalijus; TEKUTOV, Jurij; ir BRAUKLYTĖ, Ilona. Reikalavimų inžinerijos metodikos įgyvendinimas modernizuojant informatikos magistrantūros studijų programas. *XIV-osios tarpuniversitetinės magistrantų ir doktorantų mokslinės konferencijos „Informacinės technologijos 2009“ pranešimų medžiaga*. Vilnius, VU, 2009, p. 229–234. ISSN 2029-249X.
 71. GUDAS, Saulius; ir LOPATA, Audrius. Informacinių išteklių identifikavimas veiklos modelio pagrindu. *Informacijos mokslai: Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2001, Nr. 19, p. 43–50. ISSN 1392-0561.*
 72. GUDAS, Saulius; ir LOPATA, Audrius. Žiniomis grindžiama informacijos sistemų inžinerija. *Informacijos mokslai: mokslo darbai*.

- Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2004, T. 30, p. 90–98. ISSN 1392-0561.
73. GUDAS, Saulius; SKERSYS, Tomas; and LOPATA, Audrius. Approach to Enterprise Modelling for Information Systems engineering. *Informatica*. 2005, T. 16, Nr. 2, p. 175–192. ISSN 0868-4952.
 74. GUI, Shouping; and YE, Zhishen. The Research of Value Chain Operation Model in E-Commerce. *International Seminar on Business and Information Management*. 2008, p. 238–241. ISBN 978-0-7695-3560-9.
 75. GUPTA, Madan M.; and SINHA, Naresh K. *Intelligent Control Systems: Theory and Applications*. New York: The Institute of Electrical and Electronic Engineers, 1996, 856 p. ISBN 0-7803-1063-2.
 76. HAGERTY, John; SALLAM, Rita L.; and RICHARDSON, James. *Magic Quadrant for Business Intelligence Platforms* [interaktyvus]. Gartner, Inc., 2012 [žiūrėta 2012 m. gruodžio 22 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=1-1982NPD&ct=120208&st=sb>>.
 77. HASHEMI, Mohsen S.; RAZZAZI, Mohamadreza; and BARAMI, Ali. *ISRUP E-Service Framework for agile Enterprise Architecting* [interaktyvus]. IEEE, 2006 [žiūrėta 2010 m. gegužės 28 d.]. Prieiga per internetą: <<http://ieeexplore.ieee.org/iel5/10728/33849/01611687.pdf>>.
 78. HENDERSON, John; and VENKATRAMAN, N. *Strategic alignment: A model for organization transformation via information technology*. Working Paper 3223-90. Massachusetts Institute of Technology, 1990, 458 p. ISBN 9781245057264.
 79. HENSCHEN, Doug. *2012 BI and Information Management Trends* [interaktyvus]. InformationWeek, 2011 [žiūrėta 2012 m. gruodžio 27 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.umsl.edu/~sauterv/DSS/research-2012-bi-and-information-management_9951311.pdf2011>.
 80. HEYLIGHEN, Francis; and JOSLYN, Cliff. Cybernetics and Second-Order Cybernetics. *Encyclopedia of Physical Science and Technology*. 3rd ed., New York: Academic Press, 2001. ISBN 978-0-12-227410-7.
 81. HOLSAPPLE, Clyde W.; and JOSHI, Kshiti D. Description and Analysis of Existing Knowledge Management Frameworks. In: *Proceedings oh the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences*. Maui, Hawaii: IEEE Computer Society, 1999, T. 1, p. 1–15. ISBN 0-7695-0001-3.
 82. IBM KOMPANIJA. *IBM Rational RequisitePro User's Guide: version 2003.06.00* [interaktyvus]. 2003 [žiūrėta 2009 m. liepos 25 d.]. Prieiga per internetą: <ftp://ftp.software.ibm.com/software/rational/docs/v2003/win_solutions/rational_requisitepro/reqpro_user.pdf>.
 83. IBM KOMPANIJA. *IBM Rational RequisitePro data sheet* [interaktyvus]. 2003 [žiūrėta 2009 m. liepos 25 d.]. Prieiga per internetą:

- <<ftp://ftp.software.ibm.com/software/rational/web/datasheets/version6/reqpro.pdf>>.
84. IBM KOMPANIJA ACADEMIC INITIATIVE. *IBM Rational RequisitePro evaluators guide* [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2010 m. gegužės 31 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www3.software.ibm.com/ibmdl/pub/software/rational/web/guides/reqproevalguide.pdf>>.
 85. IBM KOMPANIJA. *Trial: Rational Software Architect Standard Edition* [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2010 m. rugpjūčio 17 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.ibm.com/developerworks/downloads/r/rsd/>>.
 86. IEEE ORGANIZACIJA. *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications (IEEE-STD-830)* [interaktyvus]. 1998 [žiūrėta 2011 m. lapkričio 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=720574&tag=1>.
 87. IFIP–IFAC Task Force on Architectures for Enterprise Integration. *GERAM: Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology*. Version 1.6.3 [interaktyvus]. 1999 [žiūrėta 2010 m. spalio 26 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.ict.griffith.edu.au/~bernus/taskforce/geram/versions/geram1-6-3/GERAMv1.6.3.pdf>>.
 88. INTERNATIONAL STANDARD ORGANISATION. *14258: Industrial Automation Systems – Concepts and Rules for Enterprise Models*, ISO TC 184/SC5/WG1 [interaktyvus]. 1998 [žiūrėta 2011 m. lapkričio 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.mel.nist.gov/sc5wg1/>>.
 89. JANONIS, Osvaldas. *Bibliografinių nuorodų ir jų sąrašo sudarymo studijų bei mokslo darbuose metodika*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2005, 50 p. ISBN 9986-19-775-9.
 90. JOHNSON, Thomas A.; et al. Modelling continuous system dynamics in SysML. *Proceedings of the International Mechanical Engineering Congress and Exposition*. 2009, p. 1–9.
 91. JOVANOVIĆ, Vladan; MRDALJ, Stevan; and GARDINER, Adrian. A Zachman Cube. In: *Issues in Information Systems* [interaktyvus]. 2006, T. 7, Nr. 2, p. 257–262 [žiūrėta 2010 m. gegužės 27 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.iacis.org/iis/2006_iis/PDFs/Jovanovic_Mrdalj_Gardiner.pdf>.
 92. J7 Joint Force Development and Integration Division [interaktyvus]. *Net-Centric Environment Joint Functional Concept v1.0*. 2005 [žiūrėta 2010 m. gegužės 28 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.dtic.mil/futurejointwarfare/concepts/netcentric_jfc.pdf>.
 93. KAMPFNER, Roberto R. Modeling the Information-Processing Aspect of Organizational Functions. *IEEE Conference and Workshop on Engineering of Computer-Based Systems (ECBS)*. 1999, p. 75–83. ISBN 0-7695-0028-5.

94. KIRKPATRICK, Donald L. *Evaluating Training Programs – The Four Levels*. United States: ReadHowYouWant Pty Ltd., 2009, 424 p. ISBN 978-1442956131.
95. KLAIPĖDOS UNIVERSITETO INFORMATIKOS KATEDRA. Europos struktūrinių fondų paramos projektas “*Informacinių technologijų srities magistrantūros studijų programų modernizavimas, plėtra ir mobilumo užtikrinimas*“ [interaktyvus]. Klaipėda, 2007 [žiūrėta 2009 m. spalio 3 d.]. Prieiga per internetą: <<http://ik.ku.lt/~projektas0063/>>.
96. KLEPPE, Anneke G.; WARMER, Jos B.; and BAST, Wim. *MDA Explained: The Model Driven Architecture™: Practice and Promise*. Addison Wesley, Boston, 2003, 192 p. ISBN 978-0321194428.
97. KOBRYN, Cris; and SIBBALD, Chris. Modelling DoDAF Compliant Architectures: The Telelogic Approach for Complying with DoD Architectural Framework [interaktyvus]. *Telelogic White Paper*. 2004 [žiūrėta 2010 m. spalio 28 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.uml-forum.com/docs/papers/White_Paper_Modeling_DoDAF_UML2.pdf>.
98. KRATHWOHL, David R. A revision of Bloom’s taxonomy: An overview. *Theory into Practice*. 2002, T. 41, Nr. 4, p. 212–218. ISSN 1543-0421.
99. KURILOVAS, Eugenijus; BIRĖNIENĖ, Virginija; ir SĖRIKOVIENĖ, Silvija. Methodology for Evaluating Quality and Reusability of Learning Objects. *The Electronic Journal of e-Learning*. 2011, T. 9, Nr. 1, p. 39–51. Prieiga per internetą: <<http://www.ejel.org>>. ISSN 1479-4403.
100. KURILOVAS, Eugenijus; ir DAGIENĖ, Valentina. Multiple Criteria Comparative Evaluation of e-Learning Systems and Components. *Informatica*. 2009, T. 20, Nr. 4, p. 499–518. ISSN 0868-4952.
101. KURILOVAS, Eugenijus; ir DAGIENĖ, Valentina. Multiple Criteria Evaluation of Quality and Optimisation of e-Learning System Components. *The Electronic Journal of e-Learning*. 2010, T. 8, Nr. 2, p. 141–150. Prieiga per internetą: <<http://www.ejel.org>>. ISSN 1479-4403.
102. KURILOVAS, Eugenijus; ir SĖRIKOVIENĖ, Silvija. Learning Content and Software Evaluation and Personalisation Problems. *Informatics in Education*. 2010, T. 9, Nr. 1, p. 91–114. ISSN 1648-5831.
103. LAUŽACKAS, Rimantas. *Mokymo turinio projektavimas*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto leidykla, 2000, 143 p. ISBN 0-8304-1415-0.
104. LAUŽACKAS, Rimantas. *Profesinio rengimo terminų aiškinamasis žodynas*. Kaunas: VDU leidykla, 2005, 64 p. ISBN 9955-12-058-4.

105. LAUŽACKAS, Rimantas. *Kompetencijomis grindžiamų mokymo/studijų programų kūrimas ir vertinimas*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2008, 192 p. ISBN 978-9955-12-429-0.
106. LEE, Ming-Chang; and HAN, Mei-Wen. Knowledge Value Chain Model Implemented for Supply Chain Management Performance. In: *Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC*. Taiwan, 2009, p. 606–611. ISBN 978-1-4244-5209-5.
107. LEE, Ming-Chang; and HAN, Mei-Wen. Knowledge Value Chain Model Implemented for Supply Chain Management Performance. In: *Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC*. Taiwan, 2009, p. 606–611. ISBN 978-1-4244-5209-5.
108. LANDRY, Réjean; *et al.* The knowledge-value chain: a conceptual framework for knowledge translation in health. *Bulletin of the World Health Organization*. World Health Organization, T. 84, Nr. 8, 2006, p. 597–602. ISSN 0042-9686.
109. LEVIS, Alexander H.; and WAGENHALS, Lee W. C4ISR Architectures I: Developing a Process for C4ISR Architecture Design, Systems Engineering. *The Journal of The International Council on Systems Engineering*. George Mason University, T. 3, Nr. 4, 2000, p. 225–247. ISSN 1098-1241.
110. LEY, Tobias. *Organizational competency management – a competence performance approach: methods, empirical findings and practical implications*. Aachen: Shaker, 2006, 167 p. ISBN 978-3-8322-5051-5.
111. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos darbo rinkos mokymo tarnybos prie Socialinės apsaugos ir darbo ministerijos direktoriaus 2009 m. gruodžio 22 d. įsakymas Nr. V(5)-267 „Dėl Lietuvos Respublikos profesijų klasifikatoriaus struktūros pagal Tarptautinį standartinį profesijų klasifikatorių ISCO-08 patvirtinimo“ (Žin., 2009, Nr. 152-6877) [interaktyvus]*. Vilnius, 2009 [žiūrėta 2010 m. kovo 4 d.]. Prieiga per internetą: <www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_1?p_id=362123&p_query=&p_tr2=c>.
112. LIETUVOS RESPUBLIKOS ŠVIETIMO IR MOKSLO MINISTERIJA. *Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministro įsakymas 2007 m. gruodžio 22 d. Nr. ISAK-2580 Informatikos studijų krypties reglamentas [interaktyvus]*. Vilnius, 2007 [žiūrėta 2009 m. gegužės 10 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.smm.lt/smt/st_org/docs/st_regl/Informatika%20akt.pdf>.
113. LIETUVOS RESPUBLIKOS ŠVIETIMO IR MOKSLO MINISTERIJA. *Nutarimas dėl studijų sričių ir kryptių, pagal kurias vyksta studijos aukštosiose mokyklose, sąrašo ir kvalifikacinių laipsnių sąrašo patvirtinimo 2009 m. gruodžio 23 d. Nr. 1749 [interaktyvus]*. Vilnius, 2009 [žiūrėta 2010 m. sausio 15 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.smm.lt/smt/st_org/docs/klasifikavimas/kryptys_galutinis.pdf>.

114. LOUCOPOULOS, Pericles; and KAVAKLI, Vagelio. Enterprise Knowledge Management and Conceptual Modelling. *Lecture Notes in Computer Science*. 1999, T. 1565, p. 123–143. ISSN 1611-3349.
115. MAIER, Ronald. *Knowledge Management Systems: Information and Communication Technologies for Knowledge Management*. 3rd Edition, Berlin: Springer, 2007, 720 p. ISBN 978-3-540-71407-1.
116. MALHOTRA, Yogesh. Integrating knowledge management technologies in organizational business processes: getting real time enterprises to deliver real business performance. In *Journal of Knowledge Management*. 2005, T. 9, Nr. 1, p. 7–28. ISSN 1367-3270.
117. MARSHALL, Kris. *BOMA Business Object management architecture* [interaktyvus]. 1997 [žiūrėta 2012 m. liepos 12 d.]. Prieiga per internetą: <<http://jeffsutherland.org/oopsla97/marshall/index.htm>>.
118. MARTINAITIS, Žilvinas; et al. *Magistrantūros ir Lietuvos ūkio poreikių atitikimas*. Vilnius: Viešosios politikos ir vadybos institutas, 2006, 361 p. ISBN 1822-1645.
119. MASKELIŪNAS, Saulius. *Žinių technologijų pagrindinių terminų žodynelis*. Matematikos ir informatikos institutas, Vilnius, 2006, 10 p.
120. MATULEVICIUS, Raimundas. Aggregated process for evaluating requirements engineering tools. *Information technologies 2009*. Proceedings of 15th International Conference on Information and Software Technologies. Kaunas: „Technologija“, 2009, p. 393–403. ISSN 2029-0020.
121. MCCARTHY, Richard V. Toward a unified enterprise architecture framework: an analytical evaluation [interaktyvus]. *Issues in Information Systems*. 2006, T. 7, Nr. 2, p. 14–17 [žiūrėta 2009 m. gegužės 28 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.iacis.org/iis/2006_iis/PDFs/McCarthy.pdf>.
122. MERTINS, Kai; and JOCHEM, Roland. Architectures, methods and tools for enterprise engineering. *International Journal of Production Economics*. 2005, T. 98, Nr. 2, p. 179–188. ISSN 0925-5273.
123. MILLER, Joaquin; and MUKERJI, Jishnu. *MDA Guide version 1.0.1* [interaktyvus]. 2003, 62 p. [žiūrėta 2012 m. gruodžio 28 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.omg.org/docs/omg/03-06-01.pdf>>.
124. MILLETTE, Chad. A. *Status of department of defense architecture framework (DoDAF) implementation within the aeronautical systems center (ASC)* [interaktyvus]. Air force institute of technology, 2005, 76 p. [žiūrėta 2010 m. gegužės 25 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.stormingmedia.us/11/1134/A113434.html>>.
125. MINDJET KOMPANIJA. *Mindjet MindManager Pro 6 programa* [interaktyvus]. 2008 [žiūrėta 2009 m. gegužės 10 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.mindjet.com/us/products/>>.
126. MITTAL, Saurabh; MAK, Eddie; and NUTARO, James J. *DEVS-Based Dynamic Model Reconfiguration and Simulation Control*

- in the Enhanced DoDAF Design Process* [interaktyvus]. JDMS, 2006, T. 3, Nr. 4, p. 95–123 [žiūrėta 2009 m. gegužės 30 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.acims.arizona.edu/PUBLICATIONS/PDF/JDMS_Vol3_No4-Mittal.pdf>.
127. MORKEVIČIUS, Aurelijus; and GUDAS, Saulius. Enterprise Knowledge Based Software Requirements Elicitation. *Information technology and Control*. Kaunas: „Technologija“, 2011, T. 40, Nr. 3, p. 181–190. ISSN 1392-124X.
128. MULDER, Fred; LEMMEN, Karel; and VEEN, var Maarten. Variety in views of university curriculum schemes for informatics/computing/ICT. A comparative assessment of ICF-2000/CC2001/Career Space. *Informatics curricula and teaching methods*. Proceedings ICTEM 2002 IFIP Working Conference. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2003, p. 97–111. ISSN 0097-8418.
129. NACIONALINĖS PLĖTROS INSTITUTAS. *Specialistų poreikio tyrimų metodologija*. Vilnius: „Mokslo aidai“, 2008, 108 p. ISBN 978-9955-591-46-7.
130. NAJMAEI, Arash; and SADEGHINEJAD, Zahra. Competitive Strategic Alliances Through Knowledge Value Chain. *International Review of Business Research Papers*. 2009, T. 5, Nr. 3, p. 297–310. ISSN 1837-5685.
131. NO MAGIC, INC. *Diagram samples* [interaktyvus]. No Magic, Inc, 2009 [žiūrėta 2009 m. gruodžio 01 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.magicdraw.com/main.php?ts=navig&NMSESSID=e6e1880911e1518c251c608e3f769aea&cmd_show=1&menu=samples&NMSESSID=e6e1880911e1518c251c608e3f769aea>.
132. NONAKA, Ikujiro. A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. *Organization Science*. 1994, T. 5, Nr. 1, p. 14–37. ISSN 1047-7039.
133. OCCHINI, Giulio; and NEDKOV, Plamen. *Proceedings of the 2nd IT STAR Workshop on Universities and the ICT Industry* [interaktyvus]. Roma, 2007 [žiūrėta 2009 m. lapkričio 3 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.scholze-simmel.at/starbus/download/book_UNICTRY_07.pdf>.
134. OKON, Walt. *DoD Position on Unified Profile for DoDAF & MoDAF (UPDM): Emerging Standard for Defense Architectures Presented to the OMG C4I TF* [interaktyvus]. Orlando, Florida, 23 September, 2008. [žiūrėta 2009 m. spalio 26 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.updm.com/document/OSDDISRUPTDMRFCBrieftoOMG.pdf>>.
135. OMG KONSORCIUMO TINKLALAPIS. *Systems Modelling Language specification* [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2010 m. rugpjūčio 18 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.omg.org/docs/formal/08-11-02.pdf>>.

136. OMG KONSORCIUMO TINKLALAPIS. *UML 2.2 Superstructure Specification: formal/09-02-02, UML 2.2 Infrastructure Specification: formal/09-02-04* [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2010 m. birželio 4 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm>>.
137. OMG KONSORCIUMO TINKLALAPIS. *Business Process Model and Notation (BPMN): Version 2.0* [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2012 m. spalio 15 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF/>>.
138. OUNAIES, Houda Zouari; JAMOUSI, Yassine; and BEN GHEZALA, Henda Hajjami. Evaluation framework based on fuzzy measured method in adaptive learning system. *Themes in Science and Technology Education*. 2009, T. 1, Nr. 1, p. 49–58. ISSN 1792-8788.
139. PAKALNICKAS, Edvinas. *Komponentinių sistemų modelių grindžiamas informacinių sistemų projektavimo metodas: daktaro disertacija*. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 2010, 134 p.
140. PANETTO, Hervé; BAÏNA, Salah; and MOREL, Gérard. Mapping the models onto the Zachman framework for analysing products information traceability: A case Study, 2007. *Journal of Intelligent Manufacturing* [interaktyvus]. Springer Verlag, ISSN 0956-5515 [žiūrėta 2009 m. gegužės 28 d.]. Prieiga per internetą: <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/11/91/96/PDF/Panetto_et_al_JIM.pdf>.
141. PAPAVALASSILOU, Giorgos; MENTZAS, Gregoris; and ABECKER, Andreas. Integrating Knowledge Modelling in Business Process Management. *ECIS2002 conference: The Xth European Conference on Information Systems*. 2002, p. 851–861. ISBN 83-7326-077-3.
142. PATAŠIENĖ, Irena. *Įmonės ekonominių veiksnių imitacinis modeliavimas ir taikymas mokymo procesui: daktaro disertacija*. Vilnius: Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2008, 143 p.
143. PATHAK, Virendra; and PATHAK, Kavita. Reconfiguring the higher education value chain. In: *Management in Education*. 2010, T. 24, Nr. 4, p. 166–171. ISSN 0892-0206.
144. PEAK, Russell S., *et al.* Simulation-Based Design Using SysML – Part 2: Celebrating Diversity by Example. *INCOSE International Symposium in San Diego*. 2007, p. 1–22.
145. PETRAUSKIENĖ, Rūta. *Informacinių technologijų taikymo nuotolinio mokymosi kokybei gerinti metodai ir priemonės: daktaro disertacija*. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 2011, 153 p.
146. PORTER, Michael E. *Competitive Strategy: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: The Free Press, 1998, 397 p. ISBN 978-0684841489.
147. PORTER, Michael E. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Boston: Harvard Business School Publishing, 1998, 485 p. ISBN 0875847951.

148. POWELL, Tim. The Knowledge Value Chain (KVC): How to Fix It When It Breaks. Published in Williams, M. E. (editor). *Proceedings of the 22nd National Online Meeting*. Medford, New York: Information Today Inc., 2001, p. 1–14. ISSN 978-1573871235.
149. PUKELIS, Kęstutis. „Curriculum“ sampratos adaptavimas lietuviškoje pedagoginėje kultūroje: problemos ir siūlymai. *Socialinės kaitos procesai ir profesinio rengimo vyksmas*. Kaunas: VDU leidykla, 1999, p. 82–89. ISBN 0-8304-1415-0.
150. PUKELIS, Kęstutis; ir SAJIENĖ, Laima. Curriculum sampratos problema Lietuvos pedagoginės kultūros kontekste. *Mokslo darbai*. Vilnius: Pedagogika, 2000, Nr. 40, p. 14–26. ISSN 1392-0340.
151. PUKELIS, Kęstutis; ir PILEIČIKIENĖ, Nora. The Quality of Higher Education: Paradigm of Study Outcomes. *The Quality of Higher Education*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2005, Nr. 2, p. 96–107. ISSN 1822-1645.
152. QUALITY ASSURANCE ORGANISATION: JOINT QUALITY INITIATIVE. *Shared Dublin descriptors for Short Cycle, First Cycle, Second Cycle and Third Cycle Awards* [interaktyvus]. United Kingdom, 2004 [žiūrėta 2009 m. balandžio 26 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.jointquality.nl/content/descriptors/CompletesetDublinDescriptors.doc>>.
153. SAHA, Avijit. *Mapping of Porter's value chain activities into business functional units* [interaktyvus]. Management Innovation eXchange, 2012 [žiūrėta 2012 m. gruodžio 15 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.managementexchange.com/hack/mapping-porter%E2%80%99s-value-chain-activities-business-functional-units>>.
154. SCHEER, August-Wilhelm; and SCHNEIDER, Kristof. ARIS – Architecture of Integrated Information Systems. *Handbook on Architectures of Information Systems*. US: Springer, 2006, Part Three, p. 605–623. ISBN 978-3-540-25472-0.
155. SCHEKKERMAN, Jaap. *How to survive in the jungle of Enterprise Architecture Framework*. Trafford, 2003, ISBN 1-4120-1607-X.
156. SCHREIBER, Guus; et al. *Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology*. The MIT Press, 1999, 471 p. ISBN 9780262193009.
157. SKILBECK, Malcolm. Higher education in a changing environment. *Tertiary Education and Management*. Routledge: Springer, 1997, T 3, Nr. 2, 101–111 p. ISSN 1358-3883.
158. SLOTKIENĖ, Asta. *Aktyvaus mokymosi objekto projektavimo metodas ir jo tyrimas: daktaro disertacija*. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 2009, 107 p.
159. SOUSA, Pedro; et al. Applying the Zachman Framework Dimensions to Support Business Process Modelling. *Computer Science*. US: Springer, 2007, p. 359–366. ISBN 978-0-387-49863-8.

160. STEFANOV, Veronika. Bridging the Gap between Data Warehouses and Organizations. *Proceedings of Workshops and Doctoral Consortium, 18th Conference on Advanced Information System Engineering (CAiSE'06)*. Luxembourg: Namur University Press, 2006, ISSN 0905-0167. [Žiūrėta 2011 m. balandžio 18 d.]. Prieiga per internetą:
<http://wit.tuwien.ac.at/people/stefanov/documents/caise06_doctoral_co_nsortium_stefanov.pdf>.
161. STEPHEN, Mellor J.; and KENDALL, Scott. *MDA Distilled: Principles of Model-driven Architecture*. Addison-Wesley Pub. Co., 2004, 176 p. ISBN 0-201-78891-8.
162. STERMAN, John D. *Business Dynamics Systems Thinking and Modelling for a Complex World*. McGraw Hill, 2000. ISBN 0-07-231135-5.
163. STEWART, Gordon. Supply-chain operations reference model (SCOR): the first cross-industry framework for integrated supply-chain management. *Logistics Information Management*. 1997, T. 10, Nr. 2, p. 62–67. ISSN 0957-6053.
164. STRAVINSKIENĖ, Auksė; ir GUDAS, Saulius. Duomenų gavyba paremta veiklos modelių. *Information technologies 2010: 16th international conference on information and software technologies*. Kaunas: „Technologija“, 2010, p. 11–18. ISSN 2029-0063.
165. STROHMAIER, Markus B. *B-KIDE: A Framework and a Tool for Business Process Oriented Knowledge Infrastructure Development*: PhD Thesis. Shaker Verlag, 2005, 208 p. ISBN 3-8322-3620-1.
166. STUDIJŲ KOKYBĖS VERTINIMO CENTRAS. *Studijų kokybės vertinimo centro direktoriaus įsakymo Nr. 1-110 Kėtinamų vykdyti studijų programų aprašo rengimo ir vertinimo metodiniai nurodymai* [interaktyvus]. Vilnius, 2009 [žiūrėta 2010 m. kovo 2 d.]. Prieiga per internetą:
<http://www.skvc.lt/files/metodikos/ketinamu_vykdyti_programu_metodika.doc>.
167. STUFFLEBEAM, Daniel L. CIPP evaluation model checklist: A tool for applying the fifth instalment of the CIPP Model to assess long term enterprises. *International Handbook of Educational Evaluation*. Kalamazoo, MI: The Evaluation Center, Western Michigan University, 2003, T. 9, p. 31–62. ISBN 978-1-4020-0849-8.
168. STURLIS, Paul. *Enterprise Information Architecture* [interaktyvus]. The Data Administration Newsletter, Nr. 4, 1998 [žiūrėta 2012 m. gruodžio 20 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.tdan.com/i004fe10.htm>>.
169. SWEENEY, Edward. Supply Chain Management and the Value Chain. *Supply Chain Perspectives, the Journal of the National Institute for Transport and Logistics*. 2009, T. 10, Nr. 2, p. 13–15. ISSN 2009-2342.

170. TARGAMADZĖ, Aleksandras; *et al.* *Magistrantūra Lietuvos aukštosiose mokyklose: būklė ir tobulinimo gairės* [interaktyvus]. Vilnius, 2001 [žiūrėta 2009 m. kovo 22 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.lmt.lt/STUDIJOS/TEKSTAS/Magistrantura_2001-05-31.zip>.
171. TEKUTOV, Jurij. *Sistemų inžinerijos metodų ir priemonių taikymas informatikos inžinerijos magistrantūros studijų programų kūrimui*. Magistrantūros studijų baigiamasis darbas. Klaipėda: Klaipėdos universitetas, Gamtos ir matematikos mokslų fakultetas, Informatikos katedra, 2008, 110 p.
172. TEKUTOV, Jurij; TEKUTOVA, Julija; ir DENISOVAS, Vitalijus. Informatikos studijų programų modernizacijos aukštosiose mokyklose problemos. *Vadyba: mokslo darbai* Nr. 2 (11). Klaipėda, KU leidykla, 2007, p. 237–241. ISSN 1648-7974.
173. TEKUTOV, Jurij; TEKUTOVA, Julija; ir BRAUKLYTĖ, Ilona. Žiniomis grindžiamo veiklos modeliavimo metodų ir priemonių analizė. *Fundamentiniai tyrimai ir inovacijos mokslų sandūroje*. Klaipėda: KU leidykla, 2009, p 117–126. ISSN 978-9955-18-329-7.
174. THYER, Bruce A.; ROYSE, David; and PADGETT, Deborah K. *Program evaluation*. California: Brooks/Cole Pub Co, 2009, 5 edition, 322 p. ISBN 978-0495601661.
175. TOMPKINS, Jonathan R. *Organization Theory and Public Management*. Thomson Wadsworth, 2005. ISBN 978-0-534-17468-2.
176. TOTLAND, Terje. *Enterprise modelling as a means to support human sense-making and communication in organizations* [interaktyvus]. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim IDI-raport 1997:8, 1997 [žiūrėta 2012 m. gruodžio 30 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.idi.ntnu.no/grupper/su/publ/html/totland/ch041.htm>>.
177. TRASK, Bruce; and ROMAN, Angel. Introduction to Model Driven Development with Examples using Eclipse Frameworks. *ACM Conference on Object-Oriented Programming, Systems, Languages and Applications*. Orlando, 2009. ISBN 978-1-60558-766-0.
178. TYLER, Ralph W. *Basic principles of Curriculum and Instruction*. Chicago: The University of Chicago Press, 1949, 128 p. ISBN 978-0226-82-031-6.
179. ULRICH, Dave. Das neue Personalwesen: Mitgestalter der Unternehmenszukunft. *Harvard Business Manager*. Boston: Harvard Business Publishing, 1998, T. 56, Nr. 4, p. 59–69. ISSN 0017-8012.
180. UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. *International Standard Classification of Education ISCED 1997* [interaktyvus]. Institute for Statistics, 2006 [žiūrėta 2010 m. kovo 30 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.uis.unesco.org/TEMPLATE/pdf/isced/ISCED_A.pdf>.
181. UPDM – *Unified Profile for DoDAF and MoDAF: Why, When, Who, How, What* [interaktyvus]. Orlando, Florida, 23 September, 2008

- [žiūrėta 2009 m. spalio 26 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.updm.com/document/UPDMRFCC4iRev.pdf>>.
182. UPDM GROUP. *Unified Profile for the Department of Defense Architecture Framework (DoDAF) and the Ministry of Defence Architecture Framework (MODAF)* [interaktyvus]. 2008 [žiūrėta 2009 m. spalio 26 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.updm.com/document/UPDMSpecOMG.pdf>>.
183. URBACZEWSKI, Lise; and MRDALJ, Stevan. A comparison of enterprise architecture frameworks [interaktyvus]. *Issues in Information Systems*. T. 7, Nr. 2, 2006 [žiūrėta 2009 m. gegužės 29 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.iacis.org/iis/2006_iis/PDFs/Urbaczewski_Mrdalj.pdf>.
184. VAITKEVIČIŪTĖ, Valerija. *Tarptautinių žodžių žodynas*. Vilnius: leidykla „Žodynas“, 2001, 1039 p. ISBN 9986-465-50-8.
185. VARGA, Mladen. Zachman Framework in Teaching Information Systems. *Information Technology Interfaces* [interaktyvus]. *Proceedings of the 25th International Conference on Volume*. 2003, p. 161–166 [žiūrėta 2009 m. gegužės 27 d.]. Prieiga per internetą: <<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=/iel5/8683/27508/01225339.pdf>>.
186. VEEN, van Maarten; MULDER, Fred; and LEMMEN, Karel. *What is lacking in curriculum schemes for computing/informatics?* ACM SIGCSE Bulletin, 2004, T. 36, Nr. 3, p. 186–190. ISSN 0097-8418.
187. VERNADAT, François. UEML: Towards a Unified Enterprise modelling language. *International Journal of Production Research*. Taylor&Francis, 2002, T. 40, Nr. 17. ISSN 1366-588X.
188. WALKER, Decker F.; and SOLTIS, Jonas F. *Curriculum And Aims*. New York Teachers College Press, 4 edition, 2004, 132 p. ISBN 978-0807744956.
189. WEBER, Matthias; and WEISBROD, Joachim. *Requirements Engineering in Automotive Development – Experiences and Challenges*. Int. Conf. RE'03, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2003, T. 20, Nr. 1, p. 331–340. ISSN 0740-7459.
190. WEGMANN, Alain; *et al.* Augmenting the Zachman Enterprise Architecture Framework with a Systemic Conceptualization [interaktyvus]. *Presented at the 12th IEEE International EDOC Conference (EDOC 2008)*, München, Germany, September 15–19, 2008 [žiūrėta 2009 m. birželio 4 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm>>.
191. WILLIAMSON, Elizabeth A.; HARRISON, David K.; and JORDAN, Mike. Information Systems Development Within Supply Chain Management. *International Journal of Information Management*. England: Elsevier Science Ltd., 2004, T. 24, Nr. 4, p. 375–385. ISSN 0268-4012.

192. WONG, Hong Kun. Knowledge Value Chain: Implementation of New Product Development System in a Winery. *The Electronic Journal of Knowledge Management*. 2004, T. 2, Nr. 1, p. 109–122. ISSN 1479-4411.
193. ZACHMAN, John. A Framework for Information Systems Architecture. *IBM Systems Journal*. IBM Publication, 1987, T. 26, Nr. 3. ISSN 914-945-3836.
194. ZACHMAN, John; and SOWA, John F. Extending and Formalizing the Framework for Information Systems Architecture. *IBM Systems Journal*. IBM Publication, 1992, T. 31, Nr. 3. ISBN 914-945-3836.
195. ZACHMAN, John. *Excerpted from The Zachman Framework: A Primer for Enterprise Engineering and Manufacturing* (electronic book) [interaktyvus]. 2003 [žiūrėta 2009 m. gegužės 28 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.zachmaninternational.com>>.
196. ZACK, Michael H. Developing a knowledge strategy [interaktyvus]. *California management review*. Berkeley: University of California, 1999, T. 41, Nr. 3, Spring, p. 125–145. ISSN 0008-1256. [Žiūrėta 2011 m. balandžio 17 d.]. Prieiga per internetą: <<http://web.cba.neu.edu/~mzack/articles/kstrat/kstrat.htm>>.
197. ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras; and TURSKIS, Zenonas. A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision making. *Technological and Economic Development of Economy*. 2010, T. 16, Nr. 2, p. 159–172. ISSN 1392-8619.
198. ZHANG, Li Li; and CHENG, De Yong. Extent analysis and synthetic decision. In: *Support Systems for Decision and Negotiation Processes*. Preprints of the /FAC/IFORS/IIASA/TIMS Workshop, T. 2, System Research Institute, Warsaw, 1992, p. 633–640. ISSN 1479-4403.
199. ZIELCZYNSKI, Peter. *Requirements Management Using IBM Rational RequisitePro*. United States: IBM Press, 2008, 333 p. ISBN 0-321-38300-1.
200. ŽIBĖNIENĖ, Gintautė. Studijų programų kokybės vertinimo koncepcija ir ją veikiančys veiksniai. *ACTA PAEDAGOGICA VILNENSIA*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2006, T. 16, p. 177–189. ISSN 1392-5016.
201. БРАУН, Мартин. *Оптимизация разработки приложений: Часть I: Упорядочивание требований к приложению* [interaktyvus]. 2005 [žiūrėta 2009 m. liepos 30 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/rintegappl1>>.
202. ВЕНДРОВ, Александр Михайлович. Методы и средства моделирования бизнес-процессов. *Информационный бюллетень Jet Info*. Nr. 10 (137), 2004 [žiūrėta 2011 m. spalio 31 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.jetinfo.ru/Sites/info/Uploads/2004_10.7BBAD6EFC6554E8791CCBF730A438BA8.pdf>.

203. ВОЛЬПАН, Надежда. *Программа Microsoft IT Academy для поддержки концепции “Образование в течение всей жизни”* [interaktyvus]. Москва, 2005 [žiūrėta 2008 m. sausio 19 d.]. Prieiga per internetą: <https://msdb.ru/Downloads/Events/Materials/Edu2005/Big_Hall/1700-1800/NadezhdaV.pps>.
204. ДЖОНС, Джош; и ДЖОНСОН, Эрик. *Моделирование и проектирование баз данных в информационных системах. Часть 1* [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2012 m. sausio 29 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.interface.ru/home.asp?artId=21716>>.
205. ДУБИНА, Ольга. *ARIS – некоторые аспекты использования* [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2011 m. lapkričio 2 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.interface.ru/home.asp?artId=22168>>.
206. ЛАПЫГИН, Дмитрий. *Управление требованиями с IBM Rational RequisitePro* [interaktyvus]. 2007 [žiūrėta 2010 m. gegužės 31 d.]. Prieiga per internetą: <<http://download.boulder.ibm.com/ibmdl/pub/software/dw/ru/download/requisitepro.pdf>>.
207. ЛАПЫГИН, Дмитрий. *Эффективная разработка ПО на платформе IBM Rational* [interaktyvus]. 2007 [žiūrėta 2010 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <http://download.boulder.ibm.com/ibmdl/pub/software/dw/ru/download/rational_2007.pdf>.
208. ЛЕСИН, Д. А.; и ТОМАЩЕНКО, С. Н. *Основы использования Rational RequisitePro* [interaktyvus]. Москва, 2001 [žiūrėta 2009 m. liepos 30 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.interface.ru/home.asp?artId=4809>>.
209. МАНИ, Кумар. *Новые приемы управления требованиями с помощью Rational RequisitePro: Часть 1* [interaktyvus]. Москва, 2007 [žiūrėta 2009 m. kovo 24 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.interface.ru/home.asp?artId=6465>>.
210. МОСКАЛЕНКО, Анна. *Методика управления процессом разработки по систем ЧПУ с помощью Rational RequisitePro* [interaktyvus]. Москва, 2001 [žiūrėta 2009 m. rugpjūčio 1 d.]. Prieiga per internetą: <http://magazine.stankin.ru/arch/n_22/03/index.htm>.
211. НИКОЛАЕВ, Андрей; и ЗЫЛЬ, Сергей. *Визуальное проектирование на основе SysML*. 2006 [žiūrėta 2009 m. rugpjūčio 27 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.osp.ru/os/2006/05/2449867>>.
212. РЕПИН, Владимир. *Сравнительный анализ нотаций ARIS eEPC/IDEF0, IDEF3 и продуктов, их поддерживающих (ARIS Toolset/VPwin)* [interaktyvus]. 2001 [žiūrėta 2010 m. sausio 8 d.]. Prieiga per internetą: <<http://devbiz.narod.ru/home/kozloff/EOD/arisvsidef.pdf>>.
213. РЫЖОВ, Дмитрий; и ИВАНОВ, Денис. *Процесс разработки программно-аппаратных систем на основе визуального моделирования с использованием SysML/UML* [interaktyvus]. 2009

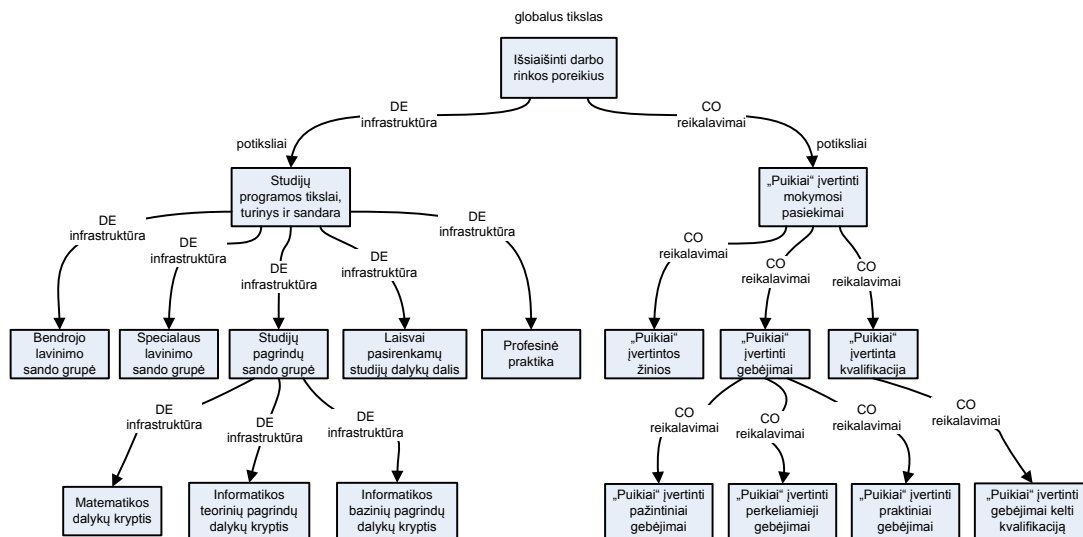
- [žiūrėta 2009 m. rugpjūčio 20 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.interface.ru/home.asp?artId=20894>>.
214. СМИТ, Билл. *Рекомендации по структурированию моделей при помощи ПО IBM Rational* [interaktyvus]. Часть 2, 2009 [žiūrėta 2011 m. balandžio 22 d.],
<<http://www.interface.ru/home.asp?artId=22316>>.

Studijų programos komponentų ir mokymosi pasiekimų tikslų medis dviejų matavimų erdvėje

Tikslo freimo formavimo eiga aprašo tokios pagrindinės sąvokos: tikslo konkretizavimo (CO) procesas ir tikslo detalizavimo (DE) procesas. Tikslo konkretizavimo procesas (CO) nustato potikslio informacinius atributus (tikslines savybes), t. y. identifikuoja potikslius, kurie yra dekomponuojamo aukštesnio lygio potikslio savybės (parametrai, požymiai, charakteristikos). Tikslo detalizavimo procesas (DE) nustato potikslio materialius atributus (tikslines dalis), t. y. potikslius, kurie yra šio aukštesnio lygio potikslio dalys.

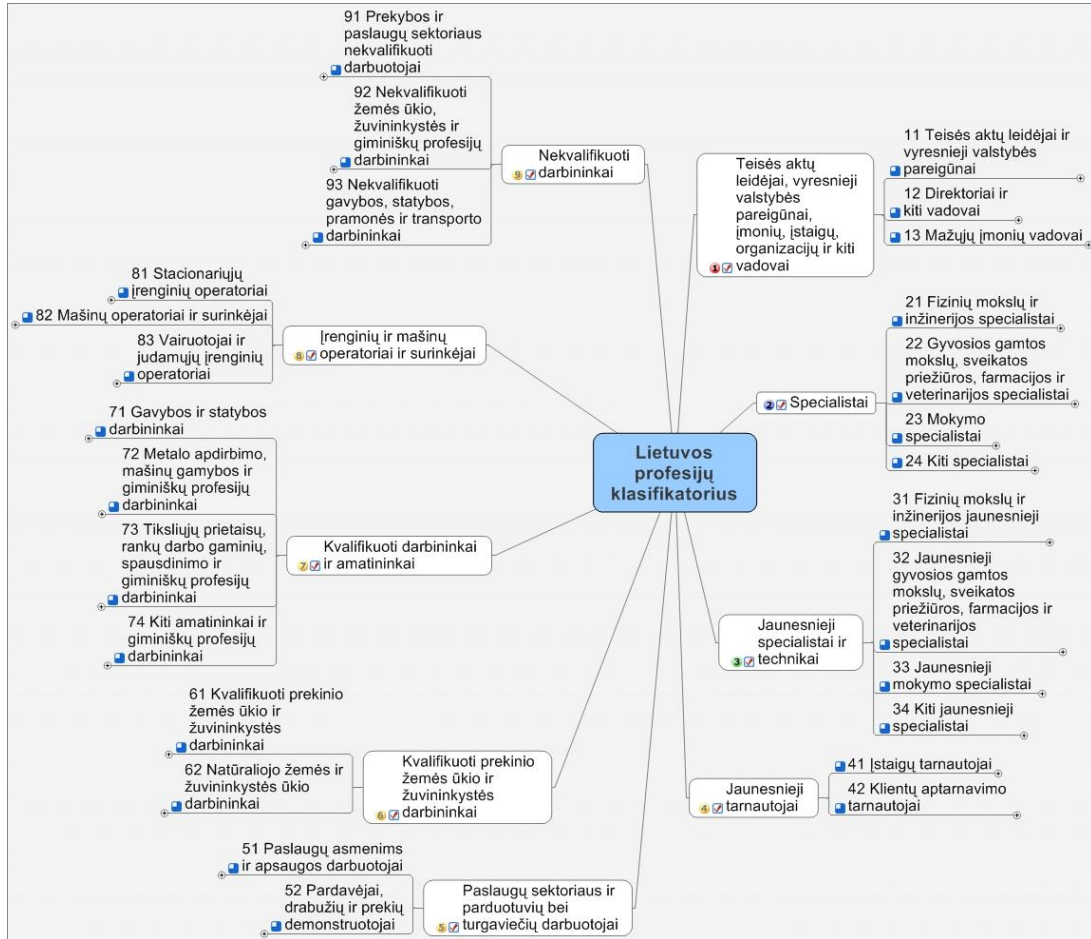
Kitaip tariant, tikslų dekomponavimas:

- konkretizavimo procesas (CO) nustato analizuojamo tikslo arba potikslio tikslines savybes (kokybinius reikalavimus – informacinius atributus);
- detalizavimo procesas (DE) nustato to paties potikslio tikslines dalis (reikalavimus sudėčiai – materialius atributus).

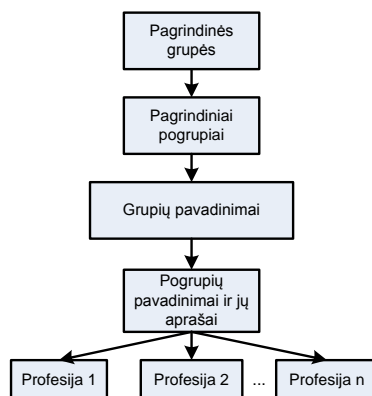


Profesinei veiklai reikia atitinkamos kvalifikacijos, kompetencijos kaip turimo gebėjimo savarankiškai, kokybiškai ir kūrybiškai, t. y. kompetentingai veikti tam tikroje srityje ar profesijoje. Taigi kvalifikacija reiškia žmogaus žinias, mokėjimus, įgūdžius, nuostatas, kurie dažniausiai įgyjami tam tikru išmokymo būdu. Kita vertus, kvalifikacija parodo „žmogaus tinkamumo tam tikram darbui laipsnį“ [103], tai, kad tos įgytos vertybės yra skirtos atlikti tam tikrą veiklą. Jeigu kvalifikacija apibūdina tam tikrai profesijai reikalingos žinios ir gebėjimai (mokėjimai ir įgūdžiai), tuomet yra aišku, kad jų apimtis tam tikros veiklos pradžioje ir po tam tikro laiko gerokai skiriasi. Taigi reali kvalifikacija keičiasi ir jos augimas dažniausiai susijęs ne tiek su naujomis profesinėmis žiniomis, kiek su jų naudojimu atliekant praktinę veiklą ir atsirandančiomis sudėtingesnėmis charakteristikomis. Studijų siekiniai pasiekiami per tikslinių dalykų siekinius. Pavyzdžiui, specialiajai (profesinei) daliai priklausantis *Integruotų sistemų kūrimo* pasirinktas specialybės dalykas remiasi studijų pagrindų dalykais ir teikia informatikos krypties nuodugnesnes žinias bei gebėjimus, reikalingus tolesnei tiriamajai ar profesinei veiklai.

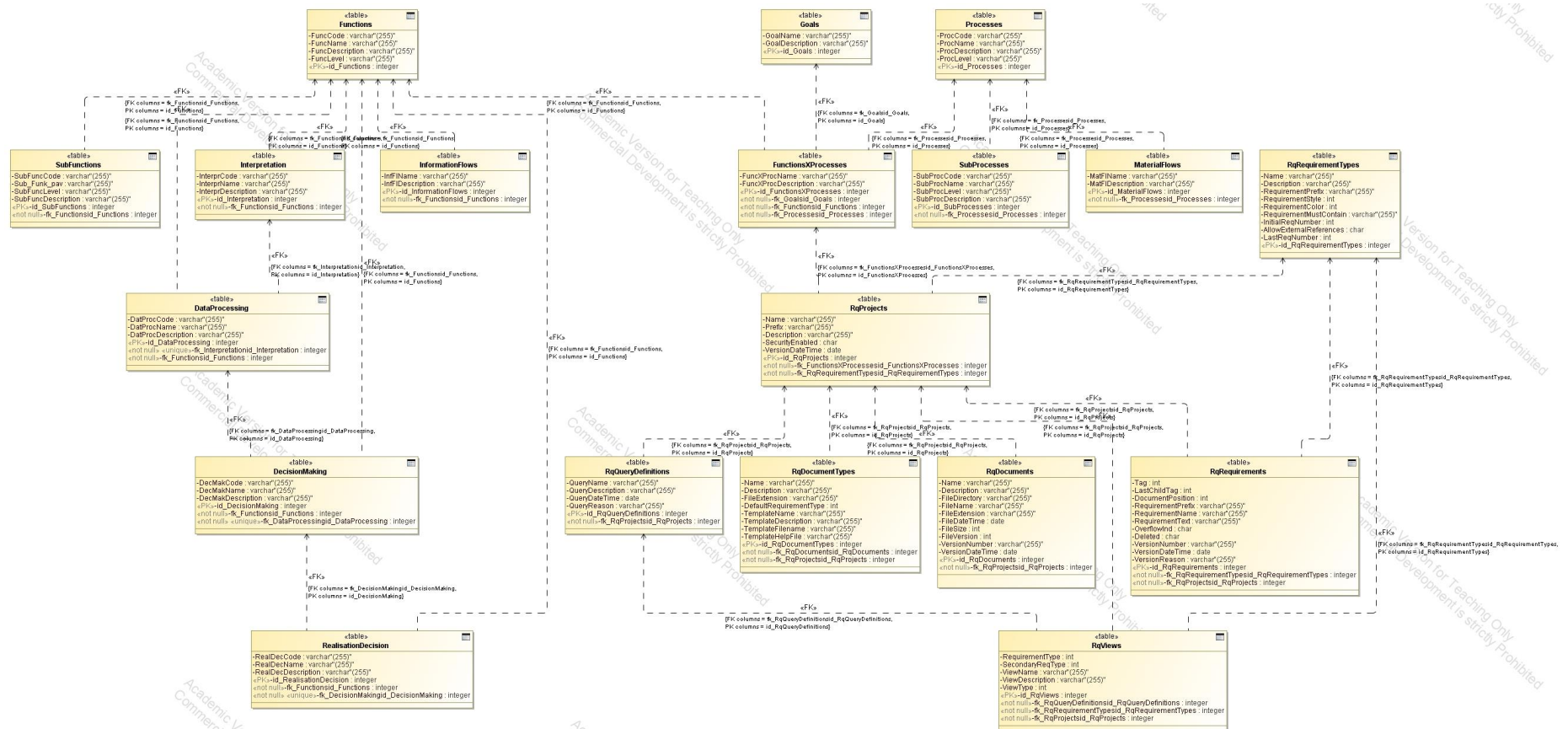
Lietuvos profesijų klasifikatoriaus koncepcinis žemėlapis



Profesijų klasifikacija



Duomenų bazės schema (*MagicDraw™* priemonės aplinkoje)



Žinių turinio identifikavimo ir atnaujinimo informacijos sistemos, grindžiamos detalizuota vertės grandine bei elementariu valdymo ciklu, prototipo vaizdai

Forma pagrindiniams duomenims įvesti

Suvedami pagrindiniai duomenys (funkcijos, procesai, atributai ir kiti):

The screenshot shows a software form titled 'F_FunXProc_Atributai : Form'. It is divided into three main sections:

- Veiklos valdymo funkcijos (Activity Management Functions):** A table with columns 'Funkcijos kodas' (Function Code) and 'Veiklos valdymo funkcijos pavadinimas' (Activity Management Function Name). It lists three items: F1 (Studijų programos sudarymo / vykdymo valdymas), F2 (Turimo žinių modelio struktūrinimo valdymas), and F3 (Dalykinės srities žinių modelio sudarymo valdymas). The record bar shows 'Record: 2 of 9'.
- Veiklos procesai (Activity Processes):** A table with columns 'Veiklos proceso kodas' (Activity Process Code) and 'Veiklos proceso pavadinimas' (Activity Process Name). It lists three items: P1 (Studijų programos sudarymas / vykdymas), P2 (Turimo žinių modelio analizė informacinių sąveikų pagrindu), and P3 (Dalykinės srities žinių modelio sudarymas). The record bar shows 'Record: 1 of 9'.
- Atributai (Attributes):** A table with columns 'Funkcijos ID' (Function ID) and 'Atributo pavadinimas' (Attribute Name). It lists three items: 1 (Studijų proceso duomenys), 2 (Esamų žinių atributai), and 3 (Dalykinės srities žinių atributai). The record bar shows 'Record: 1 of 16'.

At the bottom of the form, there is a global record bar showing 'Record: 1 of 1'.

Forma sankirtoms įvesti

Turint pagrindinius duomenis galima formuoti funkcijų ir procesų sankirtas:

The screenshot shows a window titled 'FunctionsXProcesses'. The main heading is 'Veiklos valdymo funkcijos ir veiklos proceso sankirtos priskyrimas:'. Below this, there are several input fields:

- id_FunctionsXProcesses:** A text input field.
- FuncXProcName:** A text input field containing 'F1xP1'.
- FuncXProcDescription:** A text input field.
- id_Functions:** A numeric input field containing '1'.
- id_Processes:** A numeric input field containing '3'.
- id_Goals:** A text input field.

The record bar at the bottom shows 'Record: 1 of 9'.

Matricos „Atributai, funkcija-procesas“ panaudojimo variantas

Galima pasinaudoti papildoma galimybe gauti ne tik funkcijų-procesų ir atributų sankirtų vizualizaciją, bet ir šių sankirtų atributų sąrašus:

FuncCode	ProcCode	InfFIName
F1	P1	Studijų proceso duomenys.
F1	P1	Kvalifikaciniai reikalavimai.
F2	P2	Esamų žinių atributai.
F2	P2	Esamos žinios.
F3	P3	Dalykinės srities žinių atributai.
F3	P3	Dalykinės srities žinios.

The record bar at the bottom shows 'Record: 12 of 16'.

5 PRIEDAS

Detalaus valdymo funkcijos $F1 = „Studijų programos sudarymo / vykdymo valdymas“$ ir proceso $P1 = „Studijų programos sudarymas / vykdymas“$ sąveikos modelio pirmosios valdymo proceso ciklo fazės „interpretavimas“ trečio žingsnio taisyklių aprašymas

5.1 lentelė. „Interpretavimo“ bloko taisyklių aprašymas (remiantis [105])

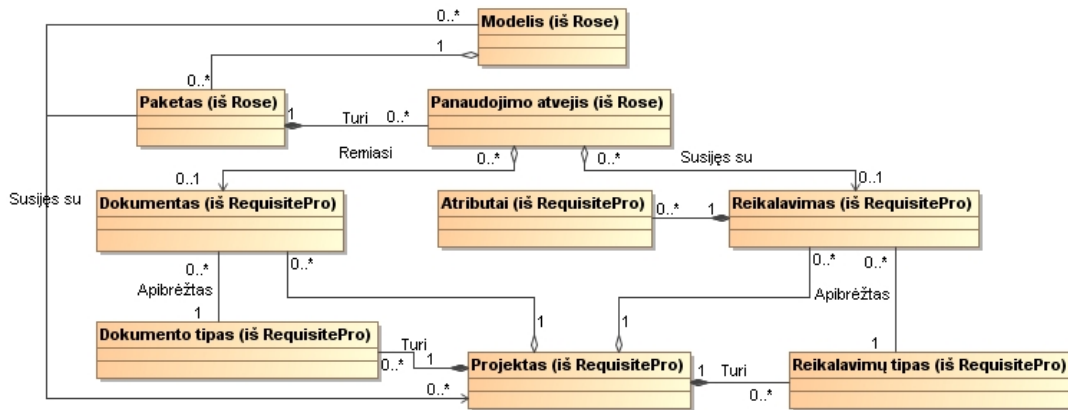
Sub-proceso Nr., pavadinimas	Aprašymas
1. Programos paskirties, poreikio ir tikslų apibūdinimas	Studijų programos paskirtį parodo jos politinis, ekonominis, technologinis, socialinis ir kultūrinis kontekstas bei reikalingumas. Todėl nurodant paskirtį akcentuojama, kokioms veikloms bus rengiami studijų programos absolventai, kokioms profesijoms ar profesinėms veikloms atlikti skirta konkreti studijų programa ir per ją įgyjamos absolventų kompetencijos. Apibūdinant studijų programos paskirtį, tikslinga nurodyti politinius ir juridinius dokumentus (tarptautines direktyvas, Lietuvos ir ES strateginius dokumentus, su kurių turiniu siejasi kuriama programa). Kalbama apie atskirų visuomeninės ir profesinės veiklos sričių strategijas, plėtros programas, tyrimus ir studijas. Jų nagrinėjimas naudingas ne tik programos paskirčiai sukonkretinti, bet ir platesniam perspektyviniam jos reikalingumui pagrįsti. Tikslinga nurodyti, kuo šios programos paskirtis skiriasi nuo kitų tos pačios krypties bei artimų programų paskirčių. Kompetencijos priklauso įvadinei studijų programos daliai (kartu su paskirties, poreikio ir programos tikslų (veiklos sričių ar uždavinių) apibūdinimu). Mokomasi/studijuojama tam, kad būtų įgyjamos čia apibūdintos kompetencijos. Kvalifikacija pripažįstama tuomet, kai besimokantysis įrodo, kad pasiekė standarte/reglamente bei studijų programoje pažymėtas kompetencijas. Kompetencijos visuomet išlieka svarbiausias orientyras, į kurį nukreiptas studijų programos turinys.
2. Studijų programos rezultatų formulavimas	Studijų programos rezultatai (angl. <i>learning outcomes</i>) yra pagrindinis elementas. Jie didžiąja dalimi atsiranda iš kompetencijų ir dažnai vieną kompetenciją atitinka vienas studijų rezultatas. Kai kuriais atvejais (ypač kai kompetencijos yra labai plačios arba kai funkcinėms kompetencijoms pasiekti planuojami skirtingi kompetencijų elementai: žinios, mokėjimai, įgūdžiai), – iš vienos kompetencijos gali būti išvesti keli studijų rezultatai.
3. Dalykų studijų rezultatų išvedimas	Iš studijų programos studijų rezultatų išvedami dalykų studijų rezultatai. Šiame procese keliamas klausimas, ką reikia pasiekti studijų procese, kad būtų patenkinti programos studijų rezultatai – tai atliekama juos skaidant.
4. Studijų rezultatų (tikslų) klasifikavimas pagal abstraktumo laipsnį	Kiekvienam dalyko rezultatui pasiekti numatoma (randama) konkreti žinių, pažinimo bei veiksmų dozė (studijų informacija ar medžiaga). Programos kūrėjas privalo ne pakartoti tai, kas jau buvo ankstesnėje studijų programoje, o naujai surasti siekiamus studijų rezultatus atitinkantį turinį. Šis procesas yra ypač atsakingas, kadangi jį atliekant dažnai tenka atsisakyti iki tol studijų programose buvusio

	<p>turinio arba į jas įtraukti naują turinį. Tai būdinga studijų programų atnaujinimui (tobulinimui), kai studijų turinį siekiama optimizuoti pagal pasikeitusias kompetencijas ir supratęs, kad toks pasikeitimas gali pareikalauti atitinkamos studijų medžiagos, laboratorijų ir įrangos, dėstytojų kvalifikacijos. Pagal abstraktumo laipsnį studijų rezultatai skirstomi į: tolimuosius (abstrakčius), vidutinius (vidutiniškai abstrakčius) ir tiesioginius (konkrečius) tikslus.</p>
<p>5. Studijų rezultatų (tikslų) klasifikavimas pagal dalykinį pobūdį</p>	<p>Kiekvienai žinių, pažinimo bei veiksmų dozei suteikiamas giminingumo požymis (apibrėžus, kokiai mokslo ar pažinimo sričiai jis priklauso). Šiame procese anksčiau išskirtos žinių ir pažinimo dozės sugrupuojamos pagal giminingumą (dalykinį artumą), t. y. nutariama, kokiam studijų dalykui jos priklauso. Tai būdinga atvejui, kai studijų turinys formuojamas ne modulinio, o dalykiniu principu (studijų dalykai atitinka mokslo šakas, siauresnes jų dalis, pažinimo sritis ir pan.). Taikant modulinį studijų turinio formavimo principą, elgiamasi kitaip, kadangi tuomet moduliai sudaromi sujungus konkrečiai kompetencijai ar programos studijų rezultatui reikalingas žinių ir pažinimo dozes. Pagal dalykinį pobūdį studijų rezultatai skirstomi į: bendruosius ir dalykinius.</p>
<p>6. Studijų rezultatų klasifikavimas pagal sritis</p>	<p>Sujungus žinių, pažinimo bei veiksmų, turinčių vienodus giminingumo požymius, gaunami savarankiški studijų dalykai. Studijų dalykas – tai giminingų, artimų žinių, pažinimo faktų bei veiksmų visuma, nukreipta į konkrečios kompetencijos ar studijų programos rezultato pasiekimą. Šiame procese atsiskleidžia, kiek ir kokios apimties dalykų sudarys studijų programą. Dažniausiai studijų dalykus sudaro ne tik teorinės žinios, bet ir praktiniai (laboratorijose bei realia veikla realizuojami) veiksmai. Studijų turinio pobūdžio skirtumai lemia konkrečių studijų formų atsiradimą (paskaitų, pratybų, seminarų, laboratorinių darbų, mokomųjų praktikų), kuriomis siekiama nustatytų mokymo/studijų rezultatų (žinių ar gebėjimų).</p>
<p>7. Dalykų nustatymas ir pavadinimų priskyrimas</p>	<p>Studijų dalykų pavadinimų nebūtina sieti su tradiciniais pavadinimais. Svarbiausia, kad dalyko pavadinimas atspindėtų jo turinį. Aukštųjų mokyklų studijų dalykai dažniausiai atitinka mokslo kryptų, šakų ar problemų pavadinimus, todėl skirtingose mokymo įstaigose dažnai būna vienodi.</p>
<p>8. Dalykų išskaidymas pagal sritis ir lygmenis</p>	<p>Atliekamas dalyko mokymo/studijų rezultatų operacionalizavimas, t. y. jie išskaidomi į smulkesnius vienetus pagal sritis ir pagal jų lygmenis. Atliekant mokymo/studijų dalykų rezultatų operacionalizavimą, gaunama detali jų struktūra, dažnai vadinama <i>tikslų medžiu</i>. Tai tam tikras dalyko turinio rėmas, leidžiantis numatyti kitus programos kūrimo darbus (parinkti reikiamą turinį bei metodus) ir užtikrinantis dalyko planavimo, atlikimo nuoseklumą bei išsamumą. Išskaidymas pagal sritis leidžia dalykus priskirti konkrečiam kvalifikacijų lygmeniui bei įvertinti pasiekimo sudėtingumą.</p>
<p>9. Kiekvieno dalyko apimties nustatymas</p>	<p>Atsižvelgiant į studijų turinio sudėtingumą bei kiekį, preliminariai numatoma kiekvieno studijų dalyko apimtis sutartiniais apimties matavimo vienetais (kreditais, valandomis). Tam turi būti atlikta detali dalyko rezultatų operacionalizacija, įvertintos kiekvieno rezultato pasiekimo galimybės ir sąlygos (panaudojus atitinkamus mokymo metodus, savarankišką darbą ir pan.). Nustatyti kiekvieno rezultato pasiekimo laikui remiamasi individualia programos kūrėjų patirtimi bei specialiai atliktais stebėjimais, kad numatytas laikas</p>

	<p>būtų nei per trumpas, nei per ilgas. Šį procesą apsunkina tai, kad numatant konkretaus dalyko studijų apimtį, reikia derinti su bendraisiais laiko resursais, t. y. ne visuomet dalykui gali būti skirta tiek laiko, kiek pageidauja programos kūrėjai. Tai pasakytina apie gana tiksliai reglamentuojamą kontaktinį studijų laiką bei apie studentų savarankiško darbo galimybes. Jeigu nėra galimybių konkrečiam dalykui skirti pakankamai laiko, tuomet ieškoma efektyvesnių mokymo formų ir metodų (pavyzdžiui, numatoma pagerinti metodinį mokymo proceso aprūpinimą, panaudoti nuotolinio mokymo formas ir pan.), kad tuos pačius mokymo/studijų rezultatus būtų galima pasiekti per trumpesnį laiką.</p>
10. Studijų rezultatų pasiekimo metodų parinkimas	<p>Numatomi konkretūs mokymo/studijų rezultatų pasiekimo metodai ir būdai. Svarbu žinoti, kad mokymo metodai didžiąja dalimi parenkami atsižvelgiant į konkrečius mokymo/studijų rezultatus. Jeigu mokymo/studijų rezultatas priskiriamas žinojimo lygmeniui, jam pasiekti bus taikomi metodai, besiskiriantys nuo taikomų metodų panaudojimo analizės ar sintezės lygmenyse. Paprastai kuriant studijų programas sudaroma lentelė, kurioje parodoma, kokie metodai bus naudojami siekiant kiekvieno konkretaus mokymo/studijų rezultato. Taigi mokymo metodai koreliuoja ne su konkrečiais dalykais, o su dalyko mokymo/studijų rezultatais.</p>
11. Studijų rezultatų vertinimo kriterijų formulavimas	<p>Formuluojami mokymo/studijų rezultatų vertinimo kriterijai. Šis procesas yra labai svarbus užtikrinti <i>curriculum</i> teorijoje akcentuojamai studijų tikslų sąsajai su pasiekimo įvertinimu. Vertinimo kriterijus žymi pasiekto mokymo/studijų rezultato būseną. Jis reikalingas tam, kad būtų galima teisingai formuluoti vertinimo užduotis bei atlikti mokymo/studijų rezultatų pasiekimų įvertinimą. Mokymo/studijų rezultatų pasiekimo vertinimo kriterijai ir vertinimo procedūros yra labai svarbus mokymo turinio (<i>curriculum</i>) elementas. Taigi vertinimo kriterijai ir procedūros yra glaudžiai susijusios su kitais <i>curriculum</i> elementais, visų pirma su programų ir dalykų mokymo/studijų rezultatais. Vienam mokymo/studijų rezultato pasiekimui įrodyti naudojamas vienas ar keli vertinimo kriterijai.</p> <p>Vertinimo kriterijai yra pagrindas formuluoti egzamino ar kitokios atsiskaitymo formos užduotis, kurias atlikus galima daryti išvadas, kad mokymo/studijų rezultatai pasiekti ir išreikšti tam tikru įverčiu ar pažymiu.</p>
12. Studijų turinio (dalykų) optimizavimas	<p>Atliekamas studijų turinio (dalykų) optimizavimas pritaikius tinklinio planavimo metodiką, įvertinus jų apimtis, tarpdalykinius ryšius, studijų galimybes ir reglamentus. Konkretios studijų programos apimtis praktikoje priklauso ne tik nuo siekiamų kompetencijų, mokymo/studijų rezultatų, bet ir nuo iš anksto tam tikrais reglamentuojančiais dokumentais apibrėžtų normatyvų. Todėl šiame procese būtina suderinti tai, kas reikalinga mokymo/studijų rezultatams pasiekti, ir tai, ką numato konkretūs standartai ir reglamentai. Taigi optimizuojant ieškoma geriausių variantų, kaip studijų turinį padaryti tokį, kad jis būtų nei per didelis, nei per mažas ir tilptų į numatytą kreditų skaičių.</p>

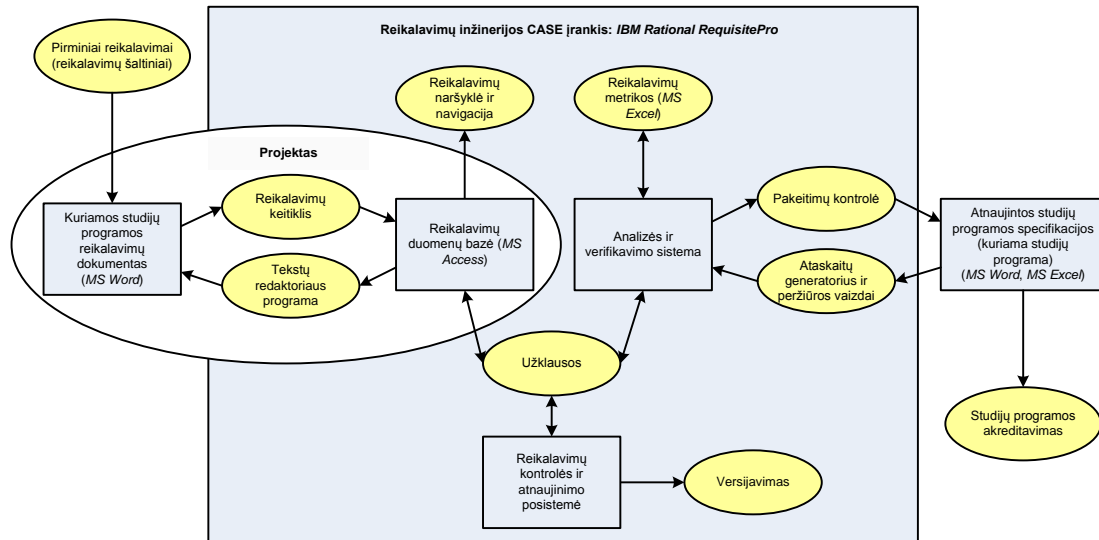
6 PRIEDAS

IBM Rational Rose EnterpriseTM ir *IBM Rational RequisiteProTM* CASE priemonių integracijos klasių diagramos pavyzdys

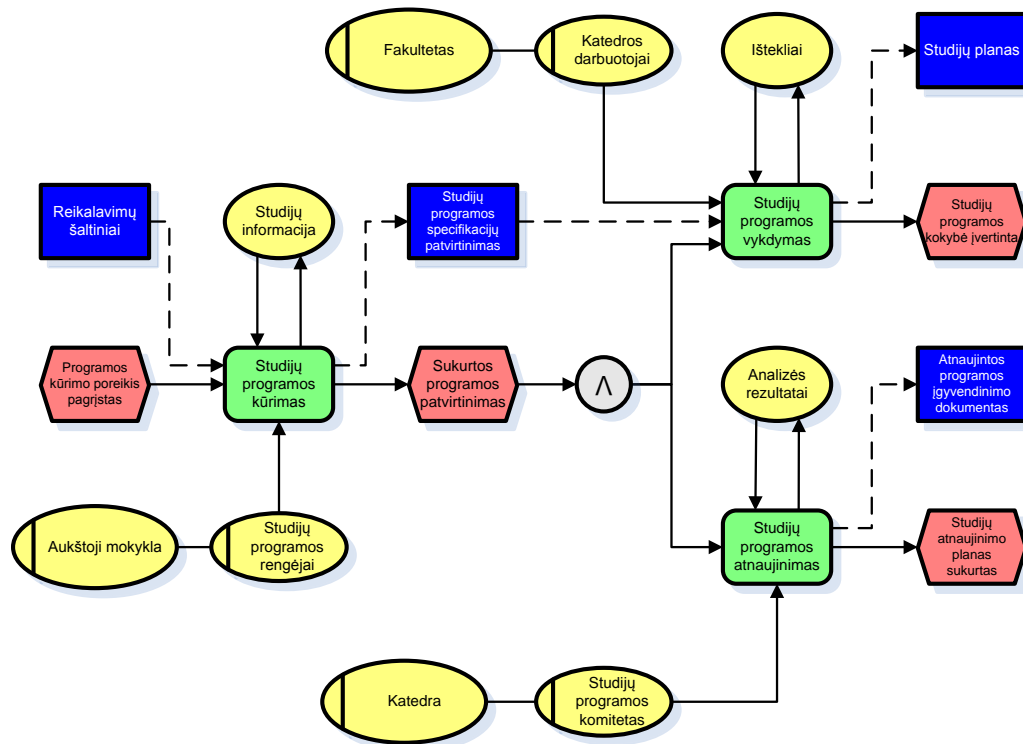


IBM Rational Rose EnterpriseTM – CASE priemonė, skirta vizualiam modeliavimui taikant UML kalbą. Pavyzdžiui, panaudojimo atvejų atvaizde grafiškai modeliuojami projektuojamos sistemos vartotojų (aktorių) ir taikymo (panaudojimo) atvejų santykiai. *IBM Rational RequisiteProTM* priemonės pagrindu sukurti reikalavimai su visais savo atributais gali būti tiesiogiai susieti su *IBM Rational Rose EnterpriseTM* priemonės panaudojimo atvejų modelio konkrečiu egzemplioriumi. Taip pat kiekvieną panaudojimo atvejį galima susieti su *IBM Rational RequisiteProTM* dokumentu, kuriame gali būti aprašomi visi jam keliami reikalavimai, jų atributai ir kita papildoma informacija.

Supaprastinta studijų programos reikalavimų analizės ir žinių turinio atnaujinimo sistemos schema



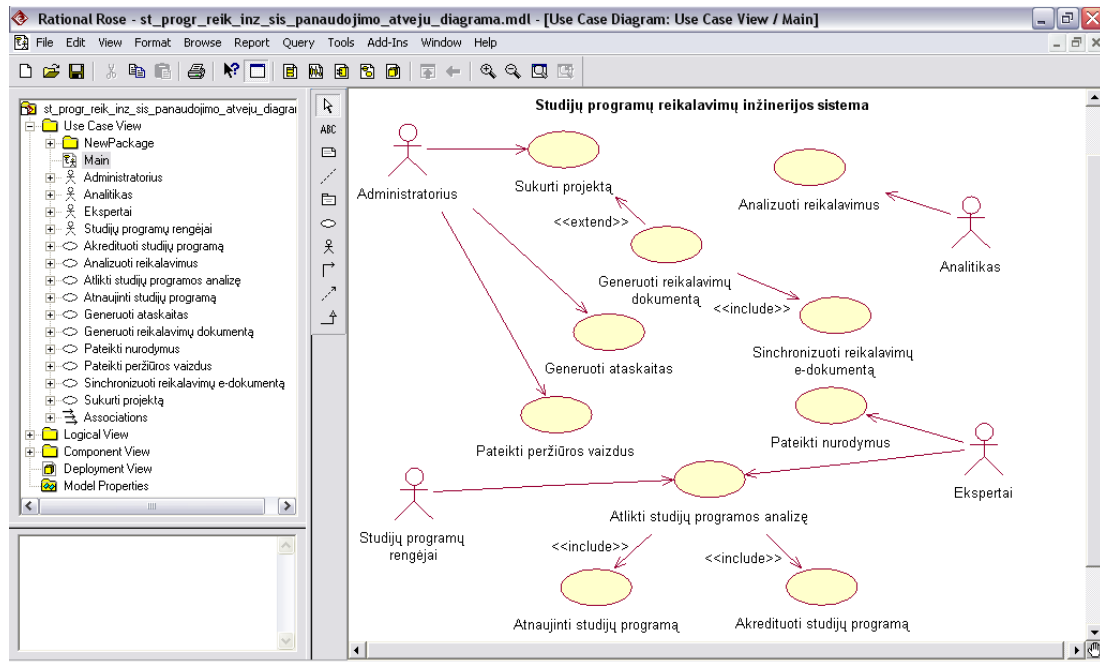
Įvykiais grindžiama studijų programos kūrimo (sudarymo, vykdymo ir atnaujinimo valdymo) procesų grandinė



ARIS (angl. *Architecture of Integrated Information Systems*) metodo grafiniame EPC (angl. *Event-driven process chain*) modelyje įvykis vaizduojamas daugiakampiu, funkcija vaizduojama stačiakampiu užapvalintais kampais. Informacijos (angl. *information*) ir materialus (angl. *material*) srautai siejasi su funkcija – tai funkcijos įeiga arba funkcijos išeiga. Funkcijas vykdo organizaciniai vienetai (angl. *organization unit*) – darbuotojai ir organizacijos padaliniai. Organizacinio vieneto (darbuotojo ir padalinio) susiejimas su funkcija nurodo funkcijos vykdytojus (darbuotoją ar pareigybę, padalinį). Grafiniame EPC modelyje darbuotojas (pareigybė) vaizduojamas mažesniu stačiakampiu, padalinys – didesniu stačiakampiu. Valdymo srautas (angl. *control flow*) susieja įvykius su funkcijomis, procesų trajektorijomis arba loginėmis jungtimis, taip kuriama loginė procesų seka ir loginis ryšys tarp procesų. Valdymo srautą vaizduoja punktyrinė rodyklė (angl. *dashed arrow*).

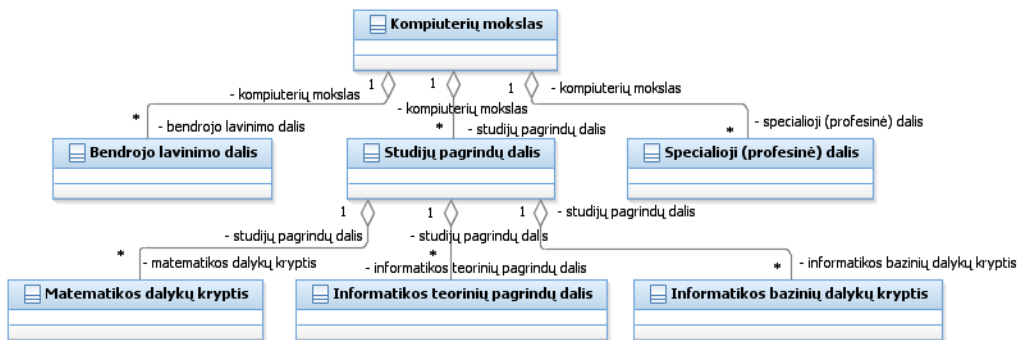
Žiniomis grindžiamos studijų programos sudarymo procesas

1 etapas. Studijų programos panaudojimo atvejų nustatymas



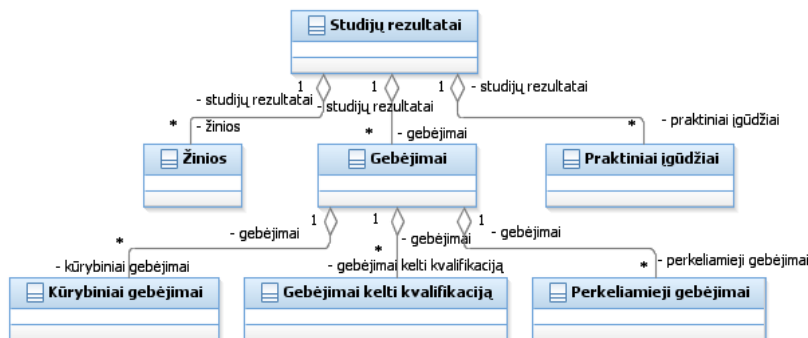
Studijų programos panaudojimo atvejų modelis (sukurta IBM Rational Rose EnterpriseTM priemonės aplinkoje). Žiniomis grindžiamos studijų programos reikalavimų analizės sistemoje modeliavimas pradedamas nuo panaudojimo atvejų grafinio modelio (angl. *Use Case Model*) sudarymo, aprašančio, kokias funkcijas sistema atlieka išorinio stebėtojo akimis. Šis modelis naudojamas identifikuoti pirminius sistemos elementus ir procesus, kurie, mūsų atveju, formuoja studijų programą. Pirminiai elementai traktuojami kaip „aktoriai“, o procesai kaip „panaudojimo atvejai“. Tarp skirtingų „panaudojimo atvejų“ gali būti nurodytos dviejų tipų sąsajos: naudoja (angl. *include*), jei vienas veiklos procesas naudoja kito suformuotus rezultatus; išplečia (angl. *extend*), jei vienas veiklos procesas yra kito sudėtyje. Rėmelis (angl. *Boundary*) rodo sistemos ribas.

2 etapas. Detalių studijų programos struktūros komponentų ir studijų rezultatų kūrimas



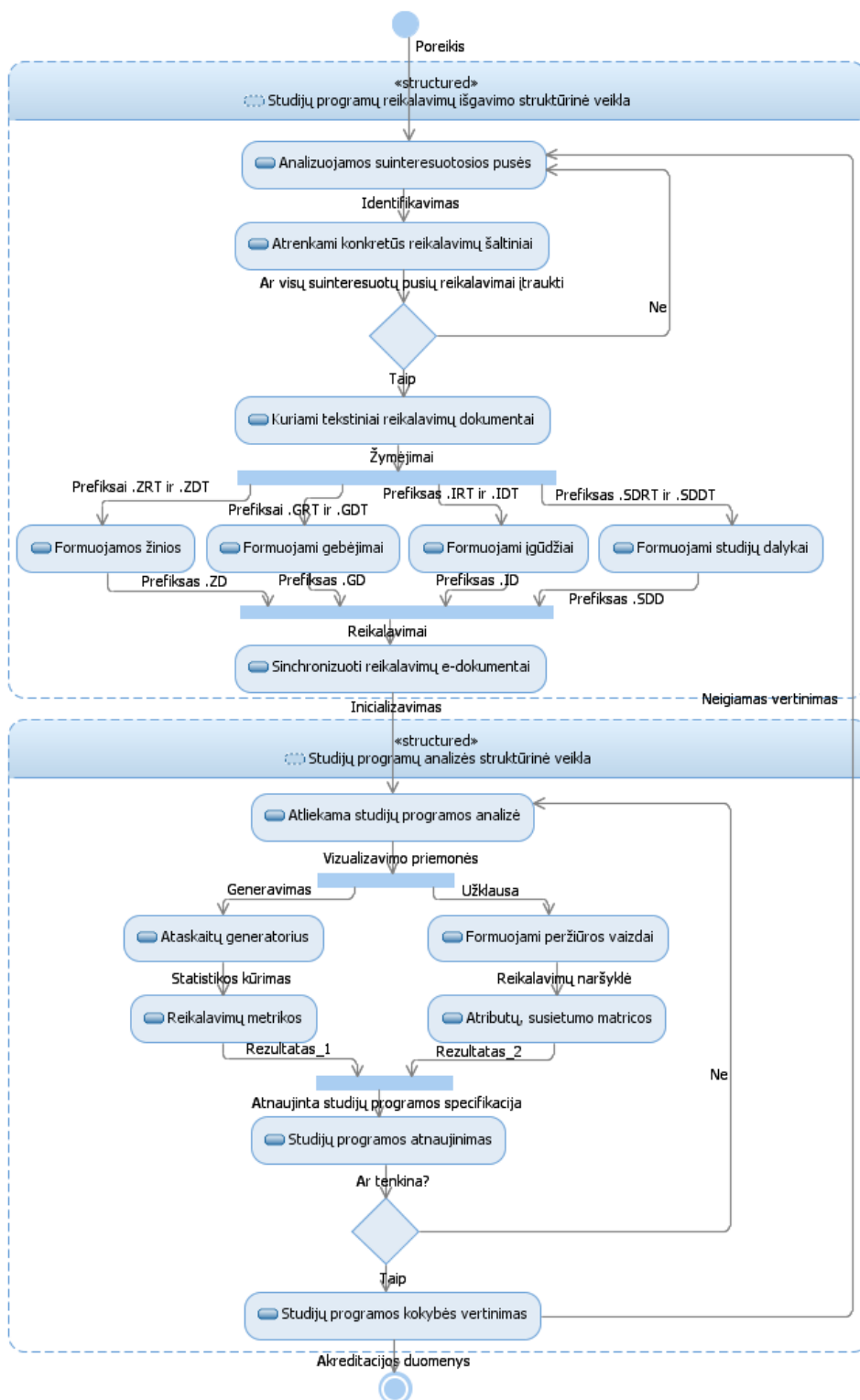
Detalių studijų programos struktūros komponentų klasių diagrama (IBM Rational Software Architect™ priemonės aplinkoje). Bazinis UML statinis modelis – klasių diagrama (angl. *Class Diagram*) naudojama studijų programų struktūros sudarymui: dalykų (blokų) ir jų studijų rezultatų analizei. Šioje diagramoje stebima agregacija tarp klasių, iš kurių viena ar kelios yra kitos klasės sudedamosios dalys.

Pagal *Informatikos studijų krypties reglamentą* studijų programą sudaro trys tikslinės dalys: bendrojo lavinimo dalis, studijų pagrindų dalis (studijų programoje sudaro studijų branduolį) ir specialioji (profesinė) dalis, teikianti gilesnes žinias bei gebėjimus, orientuotus į tolesnę profesinę ar tiriamąją veiklą. Kuriant ar atnaujinant informatikos studijų programas šios dalys turi būti detalizuojamos studijų kryptių (subgrupių) ir modulių (dalykų) lygmenyse.



Studijų rezultatų (mokymosi pasiekimų) klasių diagrama. Studijų rezultatai (mokymosi pasiekimai) išreiškiami kaip žinios, gebėjimai ir įgūdžiai. Gebėjimai skirstomi į pažintinius, perkeliamuosius ir praktinius. Profesinė veikla reikalauja atitinkamos kvalifikacijos, susidedančios iš atskirų kompetencijų (pavyzdžiui, gebėjimo savarankiškai, kokybiškai ir kūrybiškai, t. y. kompetentingai veikti tam tikroje srityje ar profesijoje). Taigi kvalifikacija integruotai išreiškia žmogaus žinias, mokėjimus, įgūdžius, nuostatas, kurie dažniausiai įgyjami tam tikru išmokymo būdu. Iš kitos pusės, kvalifikacija parodo „žmogaus tinkamumo tam tikram darbui laipsnį“, tai, kad tos įgytos vertybės yra skirtos atlikti tam tikrą veiklą. Jeigu kvalifikacija apibūdina tam tikrai profesijai reikalingos žinios ir gebėjimai (mokėjimai ir įgūdžiai), tuomet yra aišku, kad jų apimtis tam tikros veiklos pradžioje ir po tam tikro laiko gerokai skiriasi. Taigi reali kvalifikacija kinta ir jos kėlimas dažniausiai susijęs ne tiek su naujomis profesinėmis žiniomis, kiek su jų naudojimu atliekant praktinę veiklą ir atsirandančiomis sudėtingesnėmis charakteristikomis.

3 etapas. Studijų programų reikalavimų išgavimas ir analizė



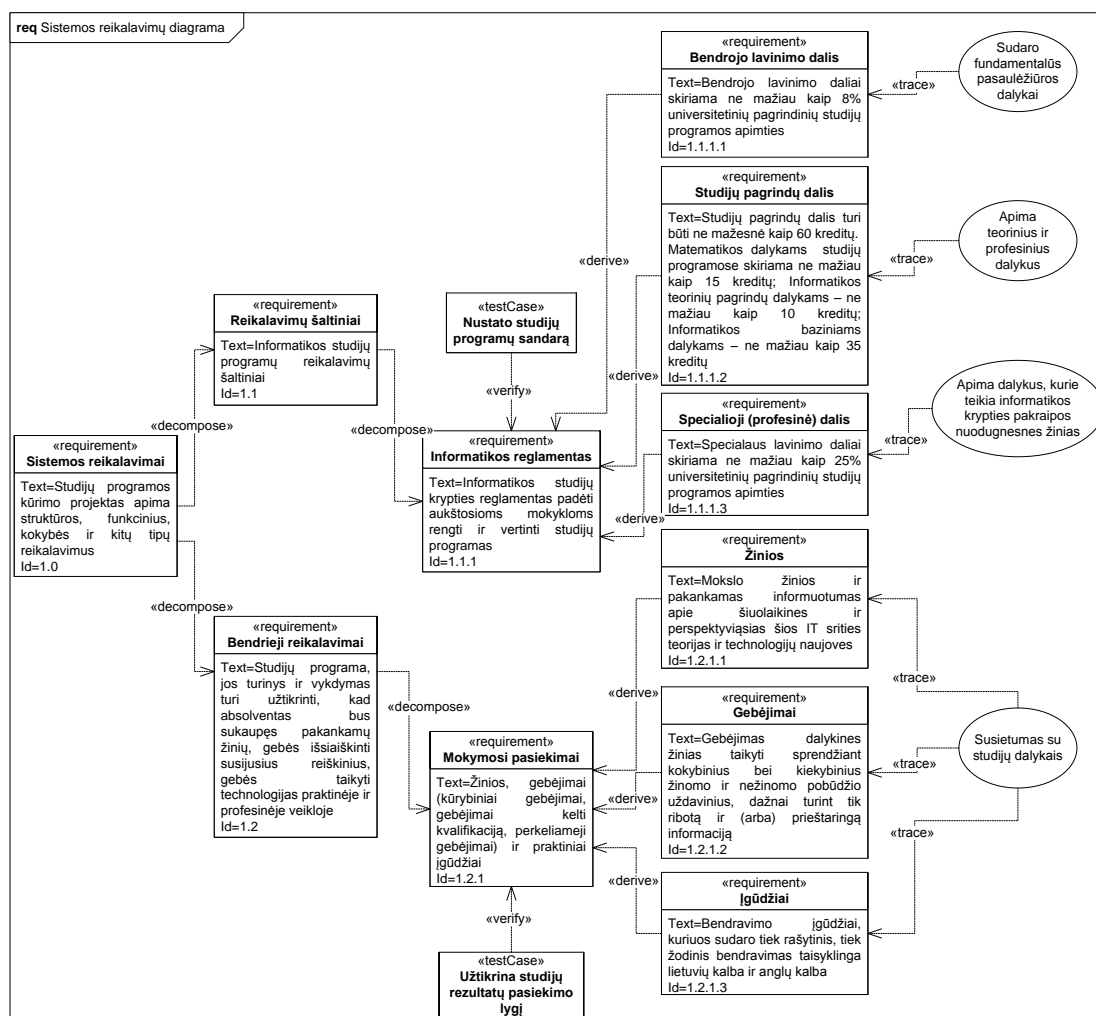
Studijų programų reikalavimų išgavimo ir analizės veiklos diagrama. Panaudojimo atveju ir klasių diagramos nerodo veiklos procesų eigos. Todėl veiklos procesams vaizduoti naudojamos veiklos arba scenarijų diagramos (angl. *Activity Diagrams*), skirtos verslo procesų aprašymui. Veiklos diagramų elementai yra grafo viršūnės, kurios vaizduoja veiklas (angl. *activities*), ir briaunos (angl. *edges*), kurios

vaizduoja valdymo (angl. *control flows*) ar objektų srautus (angl. *object flows*). Veikla reiškia veiksmo vykdymą. Veiksmui pasibaigus, įvyksta perėjimas prie kito veiksmo.

Kaip matome iš pavaizduotos studijų programų reikalavimų išgavimo ir analizės veiklos diagramos, suliejimas (angl. *merge*) reiškia paprastą anksčiau išsiskyrusių srautų susiliejimą (pavyzdžiui, po „atrinktų konkrečių reikalavimų šaltinių“ veiksmo tikrinama, ar visų suinteresuotų pusių reikalavimai įtraukti); išsišakojimas (angl. *fork*) reiškia, kad iš jo išeinantys srautai gali būti vykdomi lygiagrečiai (pavyzdžiui, priskiriami reikalavimų ir dokumentų tipai); sujungimas (angl. *join*) reiškia, kad išeinantis veiksmas prasideda tik tada, kai įvykdyti visi įeinančių srautų veiksmai (pavyzdžiui, po visų dokumentų prefiksų suteikimo formuojami patys reikalavimai). Dviejuose suapvalintuose stačiakampiuose vykdoma struktūrinė veikla (angl. *Structured activity*) nuo pradžios (įėjimo duomenų gavimas) iki galo (gaunami išėjimo duomenys).

Studijų programų reikalavimų išgavimo ir analizės veiklos diagrama skirta atvaizduoti duomenų srautus ar kitaip tariant veiklas ir veiksmus (parodyti atskiri žingsniai nagrinėjamoje sistemoje). Tokiu būdu veiklos diagramoje (veiklų grafe) valdymo ir duomenų reikšmės sklinda grafo viršūnėmis, kurios juos apdoroja, perduoda kitoms viršūnėms arba laikinai saugo.

4 etapas. Studijų programų reikalavimų ir sandaros nustatymas



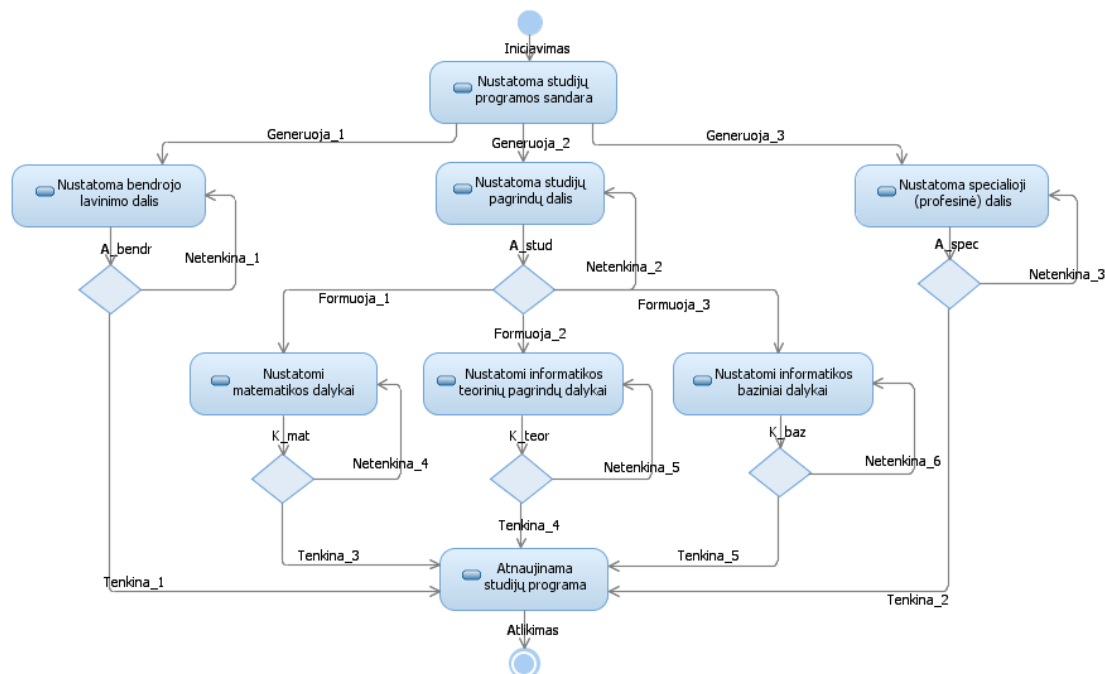
SysML (angl. *System Modelling Language*) kalbos sistemos reikalavimų diagrama. Nuosekliai įgyvendinant pasirinkta būdą analizuojant bei modifikuojant studijų programas, reikalavimų išgavimas ir formulavimas yra lemiantys procesai reikalavimų inžinerijoje, todėl šiuo atveju prasminga pasinaudoti sistemų modeliavimo SysML kalbos reikalavimų diagrama (angl. *Requirements Diagram*), kurioje patys reikalavimai gali būti atvaizduoti grafiškai, lentelių pavidalu ar medžio struktūra.

Reikalavimų taksonomiją galima apibrėžti papildomomis reikalavimų stereotipų subklasėmis, leidžiančios apibrėžti modelio elementų tipus, kurie tenkintų tam tikrus reikalavimus. Naudojami tokie stereotipai:

- skaidyti (angl. *decompose*) – ryšys tarp reikalavimų ir subreikalavimų;
- išvesti (angl. *derive*) – sąryšis tarp dviejų reikalavimų, rodantis, jog vienas iš jų išplaukia iš kito;
- tikrinti (angl. *verify*) – sąryšis tarp reikalavimo ir kontrolinio pavyzdžio (angl. *TestCase*), tikrinantis šio reikalavimo vykdymą;
- susekti (angl. *trace*) – naudojamas sistemos reikalavimų atitikimui ir susietumui.

Reikalavimai gali būti apjungti į blokus, tai padeda atvaizduoti sudėtingesnę sistemą (pavyzdžiui, bendrojo lavinimo bloką), taip pat leidžia vykdyti reikalavimų dekompoziciją, t. y. konkretizavimo ir detalizavimo procesus.

Tinkamam studijų programų kūrimo procesui reikalavimai gali pasirodyti kitose diagramose norint atvaizduoti ryšį su reikalavimų diagramoje esančiais elementais.



Studijų programų sandaros nustatymo būsenų diagrama. Laikoma, kad UML ir SysML stipriausia pusė yra struktūrinio sistemos aspekto modeliavimas, tačiau ne mažiau svarbus ir sistemos elgsenos modeliavimas. Kadangi sistemos elgsena ir būsenos, į kurias pereina sistema, priklauso nuo įeinančių duomenų srautų, tai reakcijos į įėjimus reikalavimai taip pat specifikuojami būsenų diagramoje (angl. *State Diagram*).

Svarbu pažymėti, kad ši diagrama sukurta klasių diagramoje identifikuotoms klasėms (objektams), o patys reikalavimai gali būti išgauti iš reikalavimų diagramos. Atitinkamuose duomenų srautuose atvaizduoti parametrizuojami klasių diagramos atributai. Pavyzdžiui, informatikos pagrindinių (bakaluro) studijų programoje: A_bendr = „ne mažiau kaip 8 % apimties“; A_stud = „ne mažiau kaip 60 kreditų“; A_spec = „ne mažiau kaip 25 % apimties“; K_mat = „ne mažiau kaip 15 kreditų“; K_teor = „ne mažiau kaip 10 kreditų“; K_baz = „ne mažiau kaip 35 kreditų“.

Studijų programų sandaros nustatymo diagramoje atvaizduotos būsenų sekos, sąlygos, prie kurių pereinama iš vienos būsenos į kitą, taip pat veiksmai, kurie atliekami esant konkrečioje būsenoje arba perėjimo metu. Tokiu būdu galima atsižvelgti į dinamines (elgsenos) sistemos aspektus.

10 PRIEDAS

Studijų programos reikalavimų analizės sistemos taikymo metodikos, pritaikytos neuniversitetinių studijų programų tobulinimui, pavyzdžiai

Interpretavimo procedūra

Metodikos tikrinimo metu sukurti pavyzdžiai atsirado nagrinėjant Klaipėdos valstybinėje kolegijoje, Technologijų fakulteto Informacinių technologijų katedroje vykdomą Programavimo kompiuteriams (Informatikos) studijų programą.

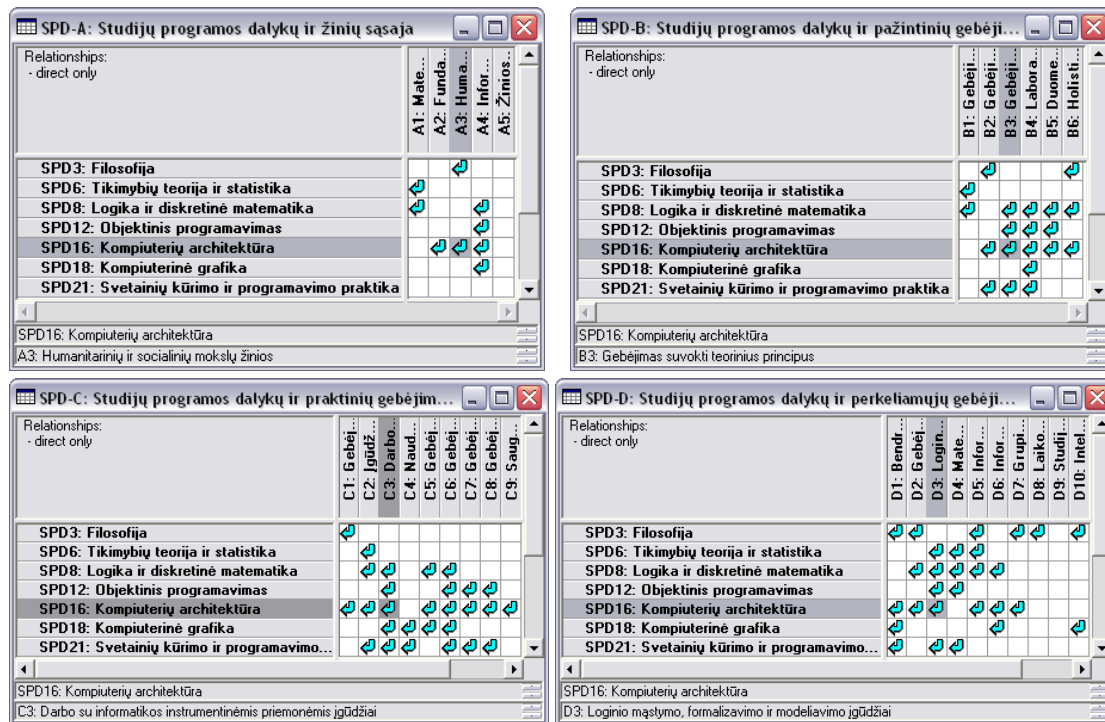
1 etapas. Studijų programos reikalavimų atributų reikšmių nustatymas.

Requirements:	Dalyko kodas	Dalyko apimtis	Teorija	Praktikumai	Sav. darbas	Semestras
SPD1: Kalbos kultūra	P107PK001	2	17	17	46	1
SPD2: Fizika	P107PK002	2	17	34	29	1
SPD3: Filosofija	P107PK003	2	39	13	28	2
SPD4: Vadyba	P107PK004	2	34	17	29	4
SPD5: Matematika	P107PK006	4	51	51	58	1
SPD6: Tikimybių teorija ir statistika	P107PK007	3	39	39	42	2
SPD7: Skaitiniai metodai ir modeliavimas	P107PK008	3	34	34	52	4
SPD8: Logika ir diskretinė matematika	P107PK009	3	39	26	55	2
SPD9: Informacinės technologijos	P107PK010	2	0	51	29	1
SPD10: Informacinės sistemos	P107PK011	3	33	33	54	5
SPD11: Algoritmai ir duomenų struktūros	P107PK012	5	34	85	81	4
SPD12: Objektinis programavimas	P107PK013	2	13	26	41	2
SPD13: Dinaminės duomenų struktūros	P107PK014	2	17	34	29	4
SPD14: Programų sistemų inžinerija	P107PK015	3	33	33	54	3
SPD15: Kompiuterių techninių sistemų įranga	P107PK016	3	34	34	52	4
SPD16: Kompiuterių architektūra	P107PK017	4	39	39	82	2
SPD17: Kompiuterių tinklai	P107PK018	3	40	32	48	6
SPD18: Kompiuterinė grafika	P107PK019	2	16	39	28	2

2 etapas. Studijų programos reikalavimų susietumo analizė.

Relationships: - direct only	A1: Matematikos... Matematikos (formaliosios) žinios - matematinų sąvokų apibrėžtys, aksiomos...	A2: Fundamentali... Fundamentalsios žinios apie gamtą ir jos reiškinius, apie tų reiškiinių kiekybinę...	A3: Humanitarinių... Humanitarinių ir socialinių mokslų žinios tiek informatikos profesijos tikslams...	A4: Informatikos... Informatikos pagrindinių skyrių teorinės ir praktinės žinios: diskrečios...	A5: Žinios apie... Žinios apie programinės įrangos ir sistemų gyvavimo ciklo procesus:...
SPD1: Kalbos kultūra					
SPD2: Fizika					
SPD3: Filosofija					
SPD4: Vadyba					
SPD5: Matematika					
SPD6: Tikimybių teorija ir statistika					
SPD7: Skaitiniai metodai ir...					
SPD8: Logika ir diskretinė...					
SPD9: Informacinės technologijos					
SPD10: Informacinės sistemos					
SPD11: Algoritmai ir duomenų...					
SPD12: Objektinis programavimas					
SPD13: Dinaminės duomenų...					
SPD14: Programų sistemų inžinerija					
SPD15: Kompiuterių techninių...					
SPD16: Kompiuterių architektūra					
SPD17: Kompiuterių tinklai					

Studijų siekinius studentai pasiekia per dalykus, praktikas, jų pasiekimo lygį demonstruoja rengdamas ir gindamas baigiamąjį darbą. Pavyzdžiui, nagrinėjamos studijų programos 2 semestro dalykų ir siekinių (žinių, pažintinių gebėjimų, praktinių gebėjimų ir perkeliamųjų gebėjimų) sąsajos vaizduojamos:



PK studijų programoje numatyti siekiniai nesidubliuoja, dera tarpusavyje ir sudaro būtinų įgyti žinių ir gebėjimų visumą. Studijuojant vieną dalyką ugdomi keli gebėjimai. Pavyzdžiui, studijuojant *Kompiuterių architektūrą* dalyką, ugdomi tokie perkeliamieji gebėjimai:

- D1 Bendravimo įgūdžiai, kuriuos sudaro tiek rašytinis, tiek žodinis bendravimas taisyklinga lietuvių kalba ir anglų kalba;
- D2 Gebėjimas analizuoti standartus, kitus teisės dokumentus, vadovautis jais praktinėje veikloje;
- D3 Loginio mąstymo, formalizavimo ir modeliavimo įgūdžiai, susiję su kokybinės ir kiekybinės informacijos įvertinimu, apimant ir tokias situacijas, kuriomis vertinimus reikia daryti trūkstant informacijos arba turint prieštaringą informaciją;
- D5 Informacijos paieškos, susijusios su pirminiais ir antriniais informacijos šaltiniais, įgūdžiai, įskaitant operatyviąją informacijos paiešką;
- D6 Informacinių technologijų naudojimo įgūdžiai – naudojimasis informacijos tinklais ir duomenų bazėmis; kompiuterinis tekstinės ir grafinės dokumentacijos rengimas;
- D7 Grupinio darbo įgūdžiai.

Nagrinėjamos studijų programos siekiniai liudija, kad absolventas bus sukaupęs pakankamą žinių, gebės išsiaiškinti su informatika susijusius reiškinius, gebės taikyti informacines technologijas praktinėje ir profesinėje veikloje, mokės veikti ne vien su IT susijusiose srityse. Taip pat galima pastebėti, kad nagrinėjamoje studijų programoje nėra nuoseklaus ir laipsniško perėjimo nuo žinių prie praktinių gebėjimų, nes visuose dalykuose nuo pat studijų pradžios iki pabaigos būtina pasiekti ne tik teorinių žinių įsisavinimą, bet ir praktinių gebėjimų įtvirtinimą.

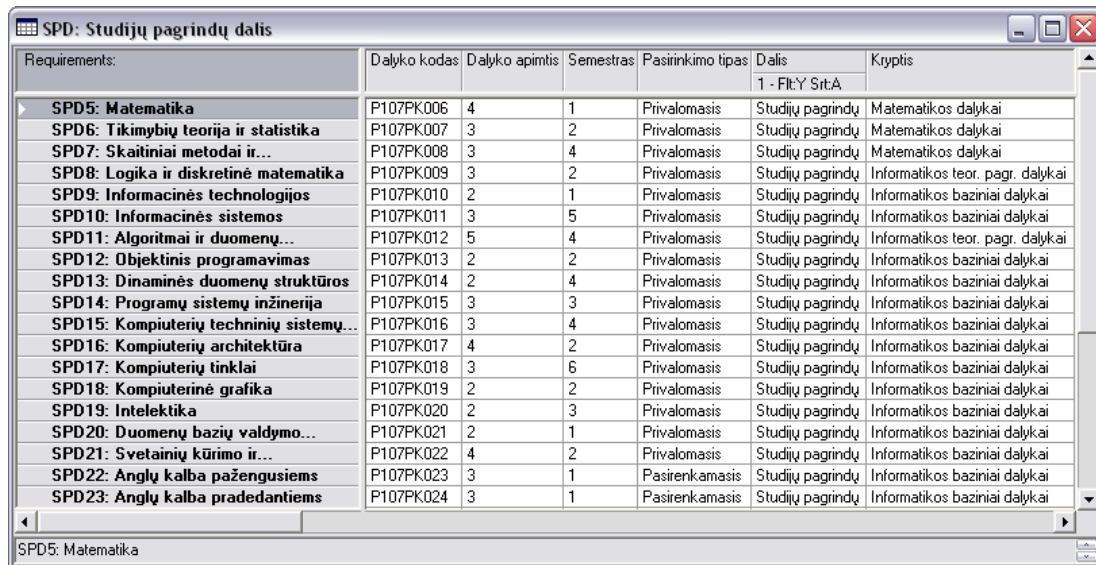
Duomenų apdorojimo procedūra

1 etapas. Detalių studijų programos struktūros komponentų formavimas.

Pavyzdys iliustruoja kaip formuojamos informatikos reglamento reikalaujamos bendrojo lavinimo ir studijų pagrindų dalys.



Requirements:	Dalyko kodas	Dalyko apimtis	Semestra	Dalis
SPD1: Kalbos kultūra	P107PK001	2	1	Bendrojo lavinimo
SPD2: Fizika	P107PK002	2	1	Bendrojo lavinimo
SPD3: Filosofija	P107PK003	2	2	Bendrojo lavinimo
SPD4: Vadyba	P107PK004	2	4	Bendrojo lavinimo



Requirements:	Dalyko kodas	Dalyko apimtis	Semestras	Pasirinkimo tipas	Dalis	Kryptis
SPD5: Matematika	P107PK006	4	1	Privalomasis	Studijų pagrindų	Matematikos dalykai
SPD6: Tikimybių teorija ir statistika	P107PK007	3	2	Privalomasis	Studijų pagrindų	Matematikos dalykai
SPD7: Skaitiniai metodai ir...	P107PK008	3	4	Privalomasis	Studijų pagrindų	Matematikos dalykai
SPD8: Logika ir diskretinė matematika	P107PK009	3	2	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos teor. pagr. dalykai
SPD9: Informacinės technologijos	P107PK010	2	1	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD10: Informacinės sistemos	P107PK011	3	5	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD11: Algoritmai ir duomenų...	P107PK012	5	4	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos teor. pagr. dalykai
SPD12: Objektinis programavimas	P107PK013	2	2	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD13: Dinaminės duomenų struktūros	P107PK014	2	4	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD14: Programų sistemų inžinerija	P107PK015	3	3	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD15: Kompiuterių techninių sistemų...	P107PK016	3	4	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD16: Kompiuterių architektūra	P107PK017	4	2	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD17: Kompiuterių tinklai	P107PK018	3	6	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD18: Kompiuterinė grafika	P107PK019	2	2	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD19: Intelektika	P107PK020	2	3	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD20: Duomenų bazių valdymo...	P107PK021	2	1	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD21: Svetainių kūrimo ir...	P107PK022	4	2	Privalomasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD22: Anglų kalba pažengusiems	P107PK023	3	1	Pasirenkamasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai
SPD23: Anglų kalba pradedantiems	P107PK024	3	1	Pasirenkamasis	Studijų pagrindų	Informatikos baziniai dalykai

Bendrojo lavinimo dalį sudaro fundamentalūs pasaulėžiūros dalykai, apimantys fizinių ir socialinių studijų mokslus. Studijų pagrindų dalis apima teorinius ir profesinius dalykus, kurie teikia siekinių, būtinų informatikos krypties koleginių studijų programuotojo kvalifikacijai įgyti. Studijų pagrindų dalį sudaro:

– matematikos dalykai: *Matematika, Tikimybių teorija ir statistika, Skaitiniai metodai ir modeliavimas* suteikia žinių ir abstrahavimo gebėjimų operuoti formaliais simboliais ir kurti jų interpretacijas;

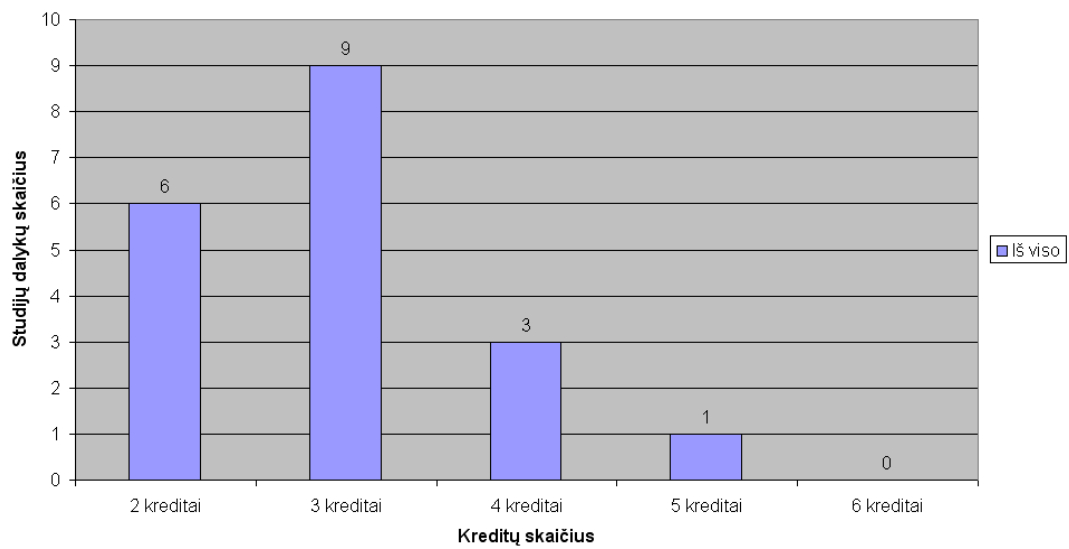
– informatikos teorinių pagrindų dalykai: *Logika ir diskretinė matematika, Algoritmai ir duomenų struktūros* suteikia žinių apie formalias informatikos sąvokas ir jų tarpusavio sąryšius bei gebėjimą operuoti šiomis sąvokomis ir sąryšiais;

– informatikos baziniai dalykai, pavyzdžiui, *Informacinės sistemos, Objektinis programavimas, Kompiuterių architektūra, Intelektika* ir kiti.

2 etapas. Reikalavimų metrikų taikymas modulių apimties nustatymui.

Studijų pagrindų dalis apima teorinius ir profesinius dalykus, teikia žinių ir gebėjimų, būtinų informatikos krypties aukštojo mokslo kvalifikacijai įgyti. Pavyzdžiui, kaip parodyta, nagrinėjamoje studijų programoje studijų pagrindų sandų (modulių) grupėje yra 6 dalykai po 2 kreditus, 9 dalykai po 3 kreditus, 3 dalykai po 4 kreditus ir 1 dalykas 5 kreditų apimties. Studijų pagrindų programos daliai skiriama 56 kreditų. Tai tenkina neuniversitetinių studijų programų reikalavimus, kadangi informatikos krypties neuniversitetinių studijų programų studijų pagrindų dalis turi būti ne mažesnė kaip 40 kreditų.

KVK PK studijų programos dalykų pasiskirstymas pagal studijų pagrindų sando grupę ir kreditų skaičių



11 PRIEDAS

Dalykinės srities žinių (naujų reikalavimų) modelio transformavimo valdymo informacinių sąveikų pagrindu pavyzdžio vaizdai (2 etapo 2 žingsnis)

Dalykinės srities veiklos valdymo funkcijos įvedimas (FI^w):

F_Functions : Form

Veiklos valdymo funkcijos įvedimas:

id_Functions:

FuncCode:

FuncName:

FuncDescription:

FuncLevel:

Record: of 9

Informacinio srauto įvedimas (a^w):

InformationFlows

Informacinio srauto įvedimas:

id_InformationFlows:

InfName:

InfDescription:

id_Functions:

Record: of 19

Informacinio srauto įvedimas (b^w):

InformationFlows

Informacinio srauto įvedimas:

id_InformationFlows:

InfName:

InfDescription:

id_Functions:

Record: of 20

Dalykinės srities veiklos proceso įvedimas (PI^w):

F_Processes

Veiklos proceso įvedimas:

id_Processes:

ProcCode:

ProcName:

ProcDescription:

ProcLevel:

id_MaterialFlows:

Record: of 9

Materialaus srauto įvedimas (*Jeigal^w*):

The screenshot shows a dialog box titled "MaterialFlows" with the subtitle "Materialaus srauto įvedimas:". It contains four input fields: "id_MaterialFlows" with value 10, "MatFIName" with value "Pradinis turimų žinių lygis", "MatFIDescription" which is empty, and "id_Processes" with value 10. At the bottom, it shows "Record: 7 of 8" with navigation buttons.

Materialaus srauto įvedimas (*Išeigal^w*):

The screenshot shows a dialog box titled "MaterialFlows" with the subtitle "Materialaus srauto įvedimas:". It contains four input fields: "id_MaterialFlows" with value 11, "MatFIName" with value "Analitiko žinios", "MatFIDescription" which is empty, and "id_Processes" with value 10. At the bottom, it shows "Record: 8 of 8" with navigation buttons.

Sankirtos priskyrimas (*F1^wxP1^w*):

The screenshot shows a dialog box titled "FunctionsXProcesses" with the subtitle "Veiklos valdymo funkcijos ir veiklos proceso sankirtos priskyrimas:". It contains six input fields: "id_FunctionsXProcesses" with value 11, "FuncXProcName" with value "F1wxP1w", "FuncXProcDescription" which is empty, "id_Functions" with value 9, "id_Processes" with value 10, and "id_Goals" which is empty. At the bottom, it shows "Record: 7 of 9" with navigation buttons.

Dalykinės srities tikslo įvedimas (*GI^w*):

The screenshot shows a dialog box titled "Goals" with the subtitle "Tikslo įvedimas:". It contains three input fields: "id_Goals" with value 2, "GoalName" with value "Žinoti objektyvų standartą - UML notaciją.", and "GoalDescription" which is empty. At the bottom, it shows "Record: 2 of 2" with navigation buttons.

Interpretavimo fazės (veiklos taisyklių) įvedimas (*INI^w*):

Interpretation

Interpretavimo fazės įvedimas:

id_Interpretation:

InterprCode:

InterprName:

InterprDescription:

id_Functions:

Record: of 2

Informacinio srauto (valdymo atributų) įvedimas (AI^w):

InformationFlows

Informacinio srauto įvedimas:

id_InformationFlows:

InfFIName:

InfFIDescription:

id_Functions:

Record: of 15

Informacinio srauto įvedimas (BI^w):

InformationFlows

Informacinio srauto įvedimas:

id_InformationFlows:

InfFIName:

InfFIDescription:

id_Functions:

Record: of 15

Duomenų apdorojimo fazės įvedimas (DAI^w):

DataProcessing

Duomenų apdorojimo fazės įvedimas:

id_DataProcessing:

DatProcCode:

DatProcName:

DatProcDescription:

id_Functions:

Record: of 2

Informacinio srauto įvedimas (CI^w):

InformationFlows

Informacinio srauto įvedimas:

id_InformationFlows: 16

InfFName: Veiklos srities modelis

InfFDescription:

id_Functions: 9

Record: 14 of 15

Sprendimo priėmimo fazės įvedimas (SPI^w):

DecisionMaking

Sprendimo priėmimo fazės įvedimas:

id_DecisionMaking: 2

DecMakCode: SPIw

DecMakName: Veiklos srities modelio tikrinimas.

DecMakDescription:

id_Functions: 9

Record: 2 of 2

Informacinio srauto įvedimas (DI^w):

InformationFlows

Informacinio srauto įvedimas:

id_InformationFlows: 17

InfFName: Veiklos srities klaidos

InfFDescription:

id_Functions: 9

Record: 15 of 15

Sprendimo realizavimo fazės įvedimas (REI^w):

RealisationDecision

Sprendimo realizavimo fazės įvedimas:

id_RealisationDecision: 2

RealDecCode: RE1w

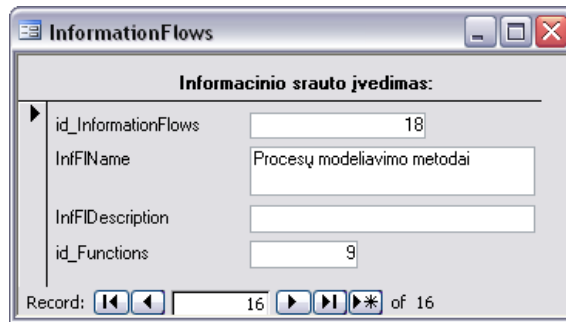
RealDecName: Veiklos srities modelio koregavimas.

RealDecDescription:

id_Functions: 9

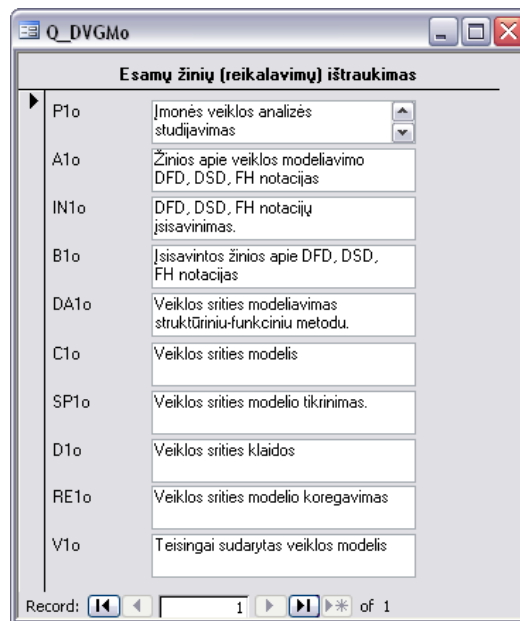
Record: 2 of 2

Informacinio srauto įvedimas (VI^w):

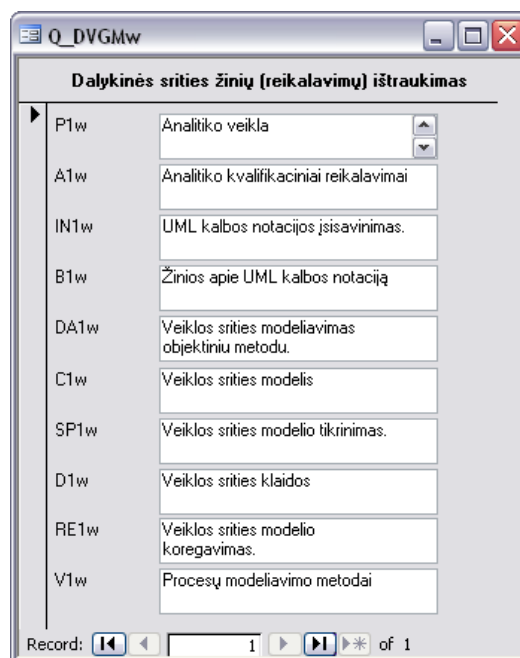


Esamų ir dalykinės srities žinių ištraukimo pavyzdžiai

Esamų žinių ištraukimo pavyzdys:



Dalykinės srities žinių ištraukimo pavyzdys:



12 PRIEDAS

Esamų ir dalykinės srities žinių palyginimo, taikant trikampio ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodus, programos ataskaitos

Esamų ir dalykinės srities žinių palyginimas taikant trikampio neraiškiųjų skaičių metodą. Vertinamų žinių (reikalavimų) kokybės eksperimentinio vertinimo rezultatai taikant vienodus ir skirtingus žinių svorius.

Esamos žinios (reikalavimai)	ŽR1 įverčiai	Vienodi svoriai	Rezultatas	Skirtingi svoriai	Rezultatas
Įmonės veiklos analizės studijavimas (P1o).	0,675	0,100	0,068	0,080	0,054
Žinios apie veiklos modeliavimo DFD, DSD, FH notacijas (A1o).	0,675	0,100	0,068	0,080	0,054
DFD, DSD, FH notacijų įsisavinimas (IN1o).	0,675	0,100	0,068	0,130	0,088
Įsisavintos žinios apie DFD, DSD, FH notacijas (B1o).	0,675	0,100	0,068	0,080	0,054
Veiklos srities modeliavimas struktūriniu-funkciniu metodu (DA1o).	0,675	0,100	0,068	0,130	0,088
Veiklos srities modelis (C1o).	0,500	0,100	0,050	0,080	0,040
Veiklos srities modelio tikrinimas (SP1o).	0,850	0,100	0,085	0,130	0,111
Veiklos srities klaidos (D1o).	0,500	0,100	0,050	0,080	0,040
Veiklos srities modelio koregavimas (RE1o).	0,850	0,100	0,085	0,130	0,111
Teisingai sudarytas veiklos modelis (V1o).	0,675	0,100	0,068	0,080	0,054
			0,6750		0,6925

Dalykinės srities žinios (reikalavimai)	ŽR2 įverčiai	Vienodi svoriai	Rezultatas	Skirtingi svoriai	Rezultatas
Analitiko veikla (P1w).	0,850	0,100	0,085	0,080	0,068
Analitiko kvalifikaciniai reikalavimai (A1w).	0,675	0,100	0,068	0,080	0,054
UML kalbos notacijos įsisavinimas (IN1w).	0,850	0,100	0,085	0,130	0,111
Žinios apie UML kalbos notaciją (B1w).	0,675	0,100	0,068	0,080	0,054
Veiklos srities modeliavimas objekciniu metodu (DA1w).	0,850	0,100	0,085	0,130	0,111
Veiklos srities modelis (C1w).	0,500	0,100	0,050	0,080	0,040
Veiklos srities modelio tikrinimas (SP1w).	0,850	0,100	0,085	0,130	0,111
Veiklos srities klaidos (D1w).	0,500	0,100	0,050	0,080	0,040
Veiklos srities modelio koregavimas (RE1w).	0,850	0,100	0,085	0,130	0,111
Procesų modeliavimo metodai (V1w).	0,850	0,100	0,085	0,080	0,068
			0,7450		0,7660

Esamų ir dalykinės srities žinių palyginimas taikant trapecijos neraiškiųjų skaičių metodą. Vertinamų žinių (reikalavimų) kokybės eksperimentinio vertinimo rezultatai taikant vienodus ir skirtingus žinių svorius.

Esamos žinios (reikalavimai)	ŽR1 įverčiai	Vienodi svoriai	Rezultatas	Skirtingi svoriai	Rezultatas
Įmonės veiklos analizės studijavimas (P1o).	0,800	0,100	0,080	0,080	0,064
Žinios apie veiklos modeliavimo DFD, DSD, FH notacijas (A1o).	0,800	0,100	0,080	0,080	0,064
DFD, DSD, FH notacijų įsisavinimas (IN1o).	0,800	0,100	0,080	0,130	0,104
Įsisavintos žinios apie DFD, DSD, FH notacijas (B1o).	0,800	0,100	0,080	0,080	0,064
Veiklos srities modeliavimas struktūriniu-funkciniu metodu (DA1o).	0,800	0,100	0,080	0,130	0,104
Veiklos srities modelis (C1o).	0,800	0,100	0,080	0,080	0,064
Veiklos srities modelio tikrinimas (SP1o).	1,000	0,100	0,100	0,130	0,130
Veiklos srities klaidos (D1o).	0,800	0,100	0,080	0,080	0,064
Veiklos srities modelio koregavimas (RE1o).	1,000	0,100	0,100	0,130	0,130
Teisingai sudarytas veiklos modelis (V1o).	0,800	0,100	0,080	0,080	0,064
			0,8400		0,8520

Dalykinės srities žinios (reikalavimai)	ŽR2 įverčiai	Vienodi svoriai	Rezultatas	Skirtingi svoriai	Rezultatas
Analitiko veikla (P1w).	1,000	0,100	0,100	0,080	0,080
Analitiko kvalifikaciniai reikalavimai (A1w).	0,800	0,100	0,080	0,080	0,064
UML kalbos notacijos įsisavinimas (IN1w).	1,000	0,100	0,100	0,130	0,130
Žinios apie UML kalbos notaciją (B1w).	0,800	0,100	0,080	0,080	0,064
Veiklos srities modeliavimas objekciniu metodu (DA1w).	1,000	0,100	0,100	0,130	0,130
Veiklos srities modelis (C1w).	0,800	0,100	0,080	0,080	0,064
Veiklos srities modelio tikrinimas (SP1w).	1,000	0,100	0,100	0,130	0,130
Veiklos srities klaidos (D1w).	0,800	0,100	0,080	0,080	0,064
Veiklos srities modelio koregavimas (RE1w).	1,000	0,100	0,100	0,130	0,130
Procesų modeliavimo metodai (V1w).	1,000	0,100	0,100	0,080	0,080
			0,9200		0,9360

Studijų programų reikalavimų analizės (inžinerijos) sistemos aprobacijos
patvirtinimas



2012–06–25

(Data)

Klaipėda

PATVIRTINIMAS

Studijų programų reikalavimų analizės (inžinerijos) kompiuterizuotos sistemos ir metodikos aprobacija vykdyta 2006–2008 m. Klaipėdos universiteto Informatikos ir Informatikos inžinerijos katedrose įgyvendinant Europos struktūrinių fondų projektą „Informacinių technologijų srities magistrantūros studijų programų modernizavimas, plėtra ir mobilumo užtikrinimas“ bei pertvarkant 2008–2009 m. *Informatikos* pagrindinių (bakalauro) studijų programą pagal naujo Informatikos studijų krypties reglamento reikalavimus.

Taip pat 2009–2010 m. minėta reikalavimų analizės sistema buvo taikoma ruošiant vykdomas Klaipėdos universitete universitetinę bakalauro ir magistrantūros *Informatikos* studijų programas išoriniam vertinimui (savianalizei) pagal Studijų kokybės vertinimo centro aprašo metodinius nurodymus.

KU GMMF Informatikos katedros vedėjas

(Parašas)

prof. dr. Vitalijus Denisovas

(Vardas, pavardė)

14 PRIEDAS

Pažyma apie dalyvavimą KU GMMF Informatikos katedros organizuotame moksliniame seminare

2011-09-16

(Data)

Klaipėda

Pažymima, kad

Jurij TEKUTOV

2011 m. rugsėjo 14 d. dalyvavo Klaipėdos universiteto, Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto, Informatikos katedros organizuotame 4 val. moksliniame seminare, kuriame Latvijos universiteto Informatikos mokslų srities doktorantas Dainis Dosbergs pristatė savo disertaciją "Study Program Quality Evaluation" ir sukurtą studijų programų kokybės vertinimo programinį įrankį.

KU GMMF Informatikos katedros vedėjas



(Parašas)

prof. dr. Vitalijus Denisovas

(Vardas, pavardė)



Klaipėdos universitetas, Gamtos ir matematikos mokslų fakultetas, Informatikos katedra, Herkaus Manto 84, 92294 Klaipėda. Tel.: (8-46) 398821. El. p.: vitalij@ik.ku.lt.

Autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašas

Straipsniai ISI Web of Science duomenų bazėje referuojamuose ir turinčiuose citavimo indeksą leidiniuose

1. **TEKUTOV, Jurij**; GUDAS, Saulius; ir DENISOVAS, Vitalijus. The Refinement of Study Program Content Based on a Problem Domain Model. *Transformations in Business & Economics*. T. 11, Nr. 1 (25). Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2012, p. 199–212. ISSN 1648-4460. [ISI Web of Science (& Master Journal List) by Thomson Services], [Social Sciences Citation Index], [Social SciSearch], [Journal Citation Reports], [EBSCO], [IBSS], [EconLit], [e-JEL], [JEL on CD], [SCOPUS], [Cabell's Directory of Publishing Opportunities] (IF = 1.67).

Straipsniai kituose ISI duomenų bazėje referuojamuose leidiniuose (Proceedings ir kt.)

2. **TEKUTOV, Jurij**; GUDAS, Saulius; DENISOVAS, Vitalijus; ir TEKUTOVA, Julija. The Study Programme Requirements Enhancement Based on a Problem Domain Model. *INTEL-EDU 2012: 3rd International Workshop on Intelligent Educational Systems and Technology-enhanced Learning (associated with Riga Technical University 53rd International Conference Dedicated to the 150th Anniversary and the 1st Congress of World Engineers and Alumni of RPI/RTU)*. Ryga: JUMI Publishing House LTD, 2012, p. 108–120. ISBN 978-9984-30-210-2.

Straipsniai tarptautinėse duomenų bazėse referuojamuose periodiniuose leidiniuose

3. **TEKUTOV, Jurij**; GUDAS, Saulius; ir DENISOVAS, Vitalijus. Studijų proceso valdymas modifikuoto vertės grandinės modelio pagrindu. *Informacijos mokslai*. T. 56. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2011,

- p. 50–62. ISSN 1392-0561. [Central and Eastern European online Library – CEEOL], [Central & Eastern European Academic Source (EBSCO sąrašas)], [Library and Information Science Abstracts – LISA].
4. DENISOVAS, Vitalijus; GUDAS, Saulius; ir **TEKUTOV, Jurij**. Studijų programų reikalavimų inžinerijos metodas ir informacijos sistema. *Informacijos mokslai*. T. 53. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2010, p. 106–126. ISSN 1392-0561. [Central and Eastern European online Library – CEEOL], [Central & Eastern European Academic Source (EBSCO sąrašas)], [Library and Information Science Abstracts – LISA].
 5. DENISOVAS, Vitalijus; GUDAS, Saulius; **TEKUTOV, Jurij**; TEKUTOVA, Julija; ir GALDIKIENĖ, Sigita. Reikalavimų valdymo sistemos taikymas informatikos krypties neuniversitetinių studijų programų tobulinimui. *Profesinės studijos: teorija ir praktika*: mokslinių straipsnių žurnalas Nr. 6. Šiauliai: Šiaulių kolegijos leidybos centras, 2010, p. 239–251. ISSN 1822-3648. [IndexCopernicus – IC].
 6. **TEKUTOV, Jurij**; GUDAS, Saulius; DENISOVAS, Vitalijus; ir TEKUTOVA, Julija. Studijų programų reikalavimų inžinerijos sistema: nuo automatizuoto dokumentų valdymo prie modeliais grindžiamo kūrimo proceso. *Vadyba*: mokslo tiriamieji darbai 2011 Nr. 1 (T. 18). Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2011, p. 33–43. ISSN 1648-7974. [IndexCopernicus – IC], [Central and Eastern European online Library – CEEOL], [EBSCO Publishing, Inc. Business Source Complete].
 7. DENISOVAS, Vitalijus; GUDAS, Saulius; **TEKUTOV, Jurij**; TEKUTOVA, Julija; ir BRAUKLYTĖ, Ilona. Reikalavimų inžinerijos metodų taikymas informatikos pagrindinių studijų programoms tobulinti. *Vadyba*: mokslo tiriamieji darbai 2009 Nr. 1 (T. 14). Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2009, p. 123–131. ISSN 1648-7974. [IndexCopernicus – IC], [Central and Eastern European online Library – CEEOL], [EBSCO Publishing, Inc. Business Source Complete].

Straipsniai Lietuvos recenzuojamuose moksliniuose periodiniuose leidiniuose

8. DENISOVAS, Vitalijus; GUDAS, Saulius; **TEKUTOV, Jurij**; ir TEKUTOVA, Julija. Informatikos studijų programos mokymosi pasiekimų ir profesinių reikalavimų atitikmens nustatymas. *Technologijos mokslo darbai Vakarų Lietuvoje VII*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2010, p. 154–159. ISSN 1822-4652.

Straipsniai tarptautinių mokslinių konferencijų leidiniuose

9. DENISOVAS, Vitalijus; GUDAS, Saulius; **TEKUTOV, Jurij**; ir TEKUTOVA, Julija. Система управления требованиями учебных программ в области информатики. *Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции „Modern problems and ways of their solution in science, transport, production and education“ 2010“ по направлению: Технические науки*. Т. 2. Одесса: издательство Черноморье, 2010, p. 37–46. ISBN 966-555-157-4.

Tezės tarptautinių mokslinių konferencijų leidiniuose

10. DENISOVAS, Vitalijus; GUDAS, Saulius; **TEKUTOV, Jurij**; ir TEKUTOVA, Julija. Reikalavimų valdymo sistemos taikymas informatikos krypties neuniversitetinių studijų programoms. *Aukštojo mokslo erdvės: iššūkiai ir galimybės*. Šiauliai: Šiaulių kolegijos leidybos centras, 2010, p. 158–160. ISSN 978-609-415-014-2.

Straipsniai respublikinių mokslinių konferencijų leidiniuose

11. GUDAS, Saulius; DENISOVAS, Vitalijus; **TEKUTOV, Jurij**; ir BRAUKLYTĖ, Ilona. Reikalavimų inžinerijos metodikos įgyvendinimas modernizuojant informatikos magistrantūros studijų programas. *XIV-osios tarpuniversitetinės magistrantų ir doktorantų mokslinės konferencijos „Informacinės technologijos 2009“ pranešimų medžiaga*. Vilnius: Vilniaus

universitetas, Vytauto Didžiojo universitetas, Kauno technologijos universitetas, 2009, p. 229–234. ISSN 2029-249X.

12. **TEKUTOV, Jurij**; TEKUTOVA, Julija; ir BRAUKLYTĖ, Ilona. Žiniomis grindžiamo veiklos modeliavimo metodų ir priemonių analizė. *Fundamentiniai tyrimai ir inovacijos mokslų sandūroje*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2009, p. 117–126. ISBN 978-9955-18-329-7.

16 PRIEDAS

Bendraautorius sutikimas teikti publikacijų medžiagą disertacijoje

2012–06–29

(Data)

Klaipėda

Publikacijų bendraautorius sutikimas

Aš, Vitalijus DENISOVAS, publikacijų bendraautorius, pripažįstu Jurijaus TEKUTOVO autorinį indėlį bendrose publikacijose ir neprieštarauju, kad bendraautorius publikacijose skelbtą medžiagą jo autorinio indėlio ribose teiktų savo mokslo daktaro disertacijoje „Dalykinės srities žinių turinio atnaujinimo valdymo informacinių sąveikų pagrindu modelis“.

KU GMMF Informatikos katedros vedėjas



(Parašas)

prof. dr. Vitalijus Denisovas

(Vardas, pavardė)