

Studijų programų reikalavimų inžinerijos metodos ir informacijos sistema

Vitalijus Denisovas

Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto Informatikos katedros docentas daktaras
Vakarų Lietuvos verslo kolegijos Informatikos katedros docentas daktaras
Klaipėda University, Faculty of Natural Science and Mathematics, Informatics Department, Docent, PhD
West Lithuania Business College, Informatics Department, Docent, PhD
H. Manto g. 84, LT-92294 Klaipėda;
Šilutės pl. g. 2, LT-91110 Klaipėda
Tel. 8 (46) 39 88 21,
El. paštas: vitalij@ik.ku.lt

Saulius Gudas

Vilniaus universiteto Kauno humanitarinio fakulteto Informatikos katedros profesorius daktaras
Vilnius University,
Kaunas Faculty of Humanities
Informatics Department, Professor, PhD
Muitinės g. 8, LT-44280 Kaunas
Tel. 8 (37) 42 25 23
El. paštas: saulius.gudas@vukhf.lt

Jurij Tekutov

Vilniaus universiteto Kauno humanitarinio fakulteto Informatikos katedros doktorantas
Klaipėdos universiteto Jūrų technikos fakulteto Informatikos inžinerijos katedros asistentas
Klaipėdos valstybinės kolegijos Technologijų fakulteto Informacinių technologijų katedros lektorius
Vakarų Lietuvos verslo kolegijos Informatikos katedros lektorius
Vilnius University, Kaunas Faculty of Humanities, Informatics Department, PhD student
Klaipėda University, Faculty of Maritime Engineering, Informatics Engineering Department, Assistant
Klaipėda State College, Faculty of Technology, Information Technologies Department, Lecturer
West Lithuania Business College, Informatics Department, Lecturer
Muitinės g. 8, LT-44280 Kaunas; Bijūnų g. 17, LT-91225 Klaipėda; Bijūnų g. 10, LT-91223 Klaipėda; Šilutės pl. g. 2, LT-91110 Klaipėda
Tel. 8 (46) 39 89 86
El. paštas: jurij@ik.ku.lt

Straipsnyje apžvelgiamos informatikos studijų programų kūrimo ir atnaujinimo aukštosiose mokyklose problemos, nagrinėjami esami informatikos studijų programų reikalavimų šaltiniai. Studijų programa nagrinėjama sisteminiu požiūriu, jai kurti, analizei, priežiūrai ir tobulinti taikomi sistemų inžinerijos metodai ir programinės įrangos priemonės. Sukurta originali studijų programos reikalavimų valdymo sistema, kuri reikalavimus saugo sistemos duomenų bazėje. Pateikta šios sistemos taikymo metodika, leidžianti analizuoti ir vertinti reikalavimus informatikos studijų programoms, modernizuoti šių studijų programų struktūrą ir turinį.

Pagrindiniai žodžiai: studijų programa, reikalavimų inžinerija, programinės įrangos priemonės, studijų programų inžinerijos procesas, reikalavimų valdymo sistema.

Įvadas

Studijų programos kūrimas yra sudėtinga užduotis, ypač greitai ir nuolat besikeičiančioje informatikos mokslų srityje. Kuriant arba atnaujinant tam tikros krypties studijų programą, būtina atsižvelgti į daugelį aspektų: aukštojo mokslo (toliau vadinama – AM) studijų įstatymus, rinkos poreikius, absolventų įsidarbinimo ir karjeros galimybes, turimas žinias, pagrindines ir pasirenkamas dalis, įvadininius ir fundamentalius kursus, rengimo galimybes, kreditus.

Vykdamas konkrečios krypties AM studijų programų kūrimą arba modernizavimą, reikia atsižvelgti į daugelį teisinių ir norminių aktų, standartų, reglamentų ir kitų dokumentų, kuriuose išreikšti visų suinteresuotų šalių poreikiai ir reikalavimai. Papildomai dalykinius (specialius) reikalavimus turi surinkti, išanalizuoti, įvertinti ir įgyvendinti patys konkrečių studijų programų kūrėjai.

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

Klasikiniai ekspertų sudarytų informatikos išsilavinimo standartų pavyzdžiai – tarptautinių profesinių organizacijų (IEEE/ACM, IFIP/UNESCO, Career Space ir kt.) siūlomos modelinės studijų programos ir metodiniai nurodymai. IFIP darbo grupės

WG 3.2 atstovai, atlikę išsamią šių pasiūlymų analizę (Mulder, Lemmen and Veen, 2003), priėjo prie išvados, kad kiekvienas jų turi skirtingas stiprybes (ACM Computing Curriculum – detalūs žinių ir įgūdžių aprašai įvairiose informatikos srityse, IFIP/ICF-2000 – hierarchinis programos nagrinėjimo būdas, Career Space – orientacija į darbo rinką), tad būtų racionalu jų pastangas integruoti. Svarbūs ir kiti Europos informatikos mokslo specialistams rengti dokumentai, pavyzdžiui, Framework for Curriculum of Informatics Bachelor studies (Dunne, *et al.*, 2007).

Studijų programoms kurti reikia ne tik specialių žinių, bet ir studijų programų kūrimo metodų (Veen, Mulder and Lemmen, 2004). Pastaruoju metu bandoma taikyti kitus studijų programų kūrimo metodus, grindžiamus formaliais ekspertinio vertinimo ir sistemų inžinerijos (Čaplinskas, 2002; Denisovas, 2002) požiūriais.

Vienas perspektyvus studijų programų kūrimo metodas buvo pasiūlytas tarptautinio MOCURIS projekto vykdytojų darbuose (Čaplinskas, 2002; Čaplinskas ir Vasilecas, 2002). Jie įvedė sąvoką „studijų programų inžinerija“ ir, nagrinėdami studijų programą kaip sistemą, susidedančią iš kursų ir modulių, pritaikė standartinių sistemų inžinerijos procesą MOCURIS magistrantūros studijų programai kurti. Šiuo metodu buvo sukurtas didelės apimties informacinių sistemų (toliau vadinama – IS) srities magistrantūros programos specifikacijos dokumentas (Čaplinskas ir Vasilecas, 2003).

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 – koordinuoti visų proceso dalyvių darbus. Tai pripažino ir patys autoriai, be to, minėdami ir atsiradusias reikalavimų atskyrimo, lokalizacijos ir detalumo (granuliacijos) problemas (Čaplinskas ir Vasilecas, 2002). Analizuojant priežastis paaiškėjo, kad tai būdinga tradiciniam neautomatizuotam reikalavimų inžinerijos procesui (Sommerville, 2006), todėl vieno iš šio straipsnio autorių buvo pasiūlyta procesą automatizuoti (Denisovas, 2002).

Nepaisant problemos aktualumo, dabar nėra griežtų formalių metodų studijų programoms kurti. Šiame straipsnyje nagrinėjami pusiau formalūs informatikos studijų programų kūrimo metodai, apibendrinama autorių patirtis tiriant ir kuriant efektyvius sprendimus, taikant automatizuotas priemones.

Straipsnyje aprašoma šiuolaikiniais reikalavimų inžinerijos metodais grindžiama informatikos studijų programų atnaujinimo sistema, aptarti jos aprobavimo rezultatai, sudarant (atnaujinant) universitetines informatikos pagrindinių (bakaluro) ir magistrantūros studijų programas.

Metodikos ir kompiuterizuotos sistemos aprobacija vykdyta 2006–2008 m. Klaipėdos universiteto (toliau vadinama – KU) Informatikos ir Informatikos inžinerijos katedrose įgyvendinant Europos struktūrinių fondų projektą „Informacinių technologijų srities magistrantūros studijų programų modernizavimas, plėtra ir mobilumo užtikrinimas“ (Denisovas, *et al.*, 2008) bei pertvarkant informatikos pagrindinių (bakaluro) studijų programą pagal naujo Informatikos studijų krypties reglamento reikalavimus (Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija, 2007).

Studijų programų inžinerijos procesas

Šio straipsnio autoriai kompiuterizuoja studijų programų inžinerijos procesą jungdami ekspertinio vertinimo ir sistemų inžinerijos metodus bei priemones, siūlydami *automatizuotą (CASE priemonėmis grindžiamą) reikalavimų inžinerijos procesą* studijų programai kurti ir modernizuoti.

Ekspertinis vertinimas užtikrina kūrimo ir atnaujinimo proceso pradžią (pradinių reikalavimų formulavimas) bei pabaigą (atnaujintos studijų programos vertinimas ir akreditacija), o sistemų inžinerijos priemonės įgyvendina formalizuotą kūrimo procesą, kuriame programos tikslai, uždaviniai ir detalūs reikalavimai iteratyviai transformuojami, tobulinant veikiančią sistemą (Blanchard, 1991; Sommerville, 2006).

Trumpai apibūdinami pagrindiniai studijų programų inžinerijos proceso žingsniai:

1. Studijų programos paskirties, poreikio ir tikslų apibūdinimas. 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 direktyvos, Lietuvos ir Europos Sąjungos strateginiai dokumentai ir kt.), su kurių turiniu siejama 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 reiškimosi 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 ir kt. Pagrindžiant studijų programos poreikį, komentuojami socialinių dalininkų (visų pirma potencialių darbdavių) argumentai apie programos poreikį, programos absolventų galimybes įsidarbinti, reikalingas kompetencijas (Laužackas, 2008).

Formuluojant studijų programos tikslus, remiamasi jos paskirties detalizavimu bei keliamas klausimas, ką programos absolventai turėtų veikti nurodytose srityse. Taip pat programos tikslai apibrėžiami remiantis ne tik absolventų veiklos prognozėmis, bet ir tradiciniu bendresniu požiūriu į konkrečių studijų kryptių absolventų kompetencijų sritis. Aukštojo mokslo programos tikslai turėtų derėti su reikalavimais, formuluojamais pastarojo meto Europos Sąjungos dokumentuose (Laužackas, 2008).

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 (Quality Assurance Organisation, 2004);
- studijų sritis ir kryptis, pagal kurias

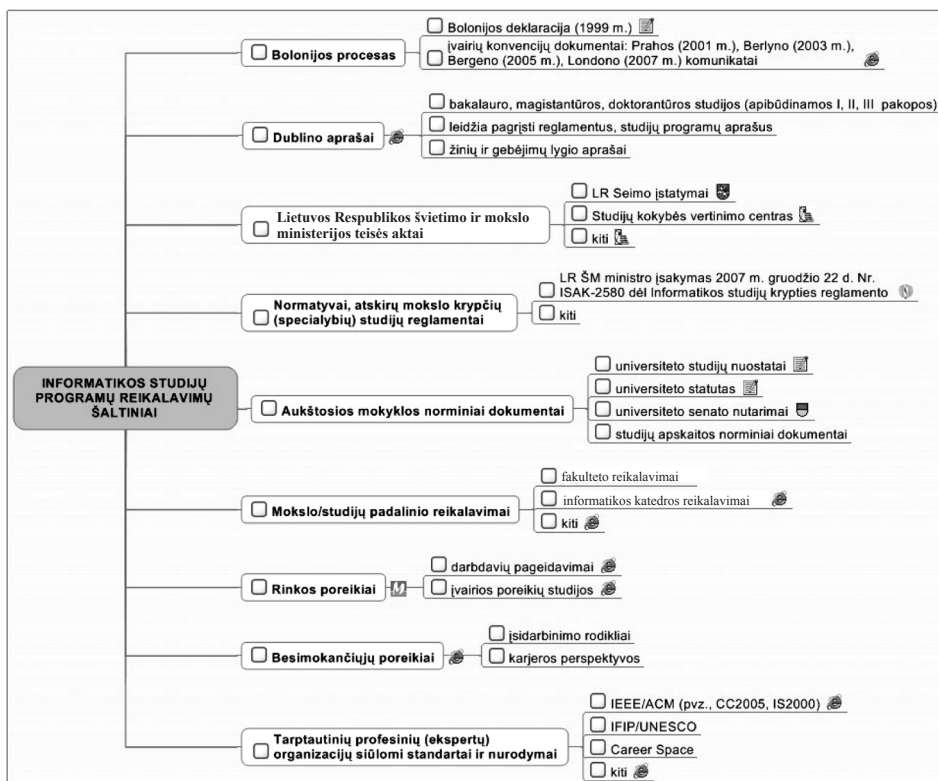
vyksta studijos aukštosiose mokyklose (Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija, 2009). Studijų krypties aprašų sandarą nusako studijų pakopa, studijų siekiniai, kompetentingumo lygmuo ir studijų trukmė, išreikšta kreditais;

- atitiktis teisės aktams. Pavyzdžiui, Studijų krypties reglamentas taikomas neuniversitetinėms ir universitetinėms pagrindinėms studijoms, jo tikslas – padėti aukštosioms mokykloms rengti ir vertinti studijų programas (Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija, 2007). Studijų programa kuriama pagal tam tikras taisykles toliau detalizuojant konkretų studijų krypties reglamentą. Šio detalizavimo esmė – skaidyti tikslus, t. y. išskaidyti tolesnius tikslus į vidutinius, vidutinius į tiesioginius ir t. t.

2. Studijų programų reikalavimų šaltinių identifikavimas ir sisteminimas.

Šiame etape analizuojami potencialūs šaltiniai, iš kurių gaunami pirminiai reikalavimai (Tekutov, Tekutova ir Denisovas, 2007; Denisovas, Tekutov ir Tekutova, 2008). Nustatyti potencialūs reikalavimų šaltiniai susisteminami ir vaizduojami modelyje, pasirinkus konceptų žemėlapiu (angl. *Concept Map*), kuris pateikiamas 1 paveiksle, notacija.

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. Jie gaunami iš identifikuotų šaltinių pasitelkiant taiky-

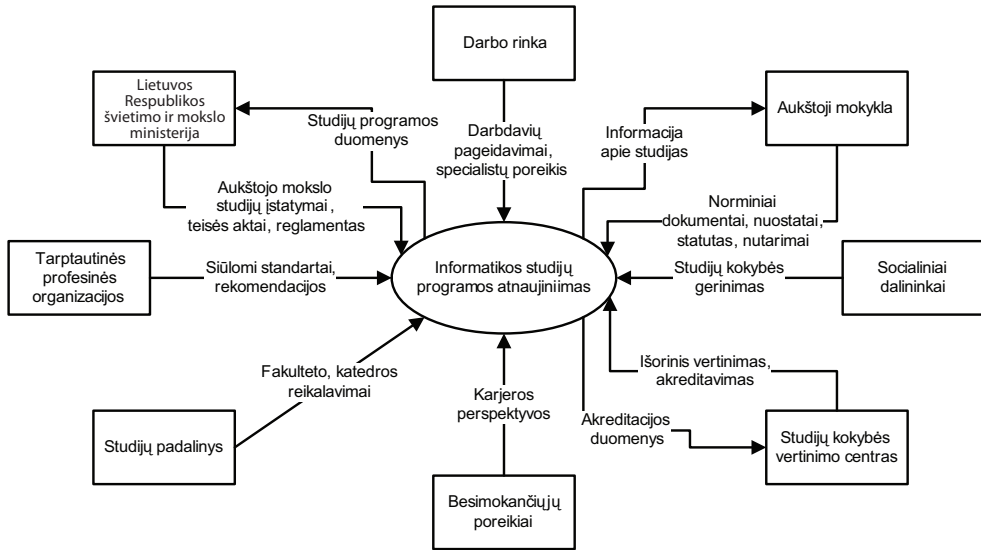


1 pav. Informatikos studijų programų reikalavimų šaltiniai (Mindjet MindManager Pro™ priemonės formato koncepcinis žemėlapis gali būti gautas pateikus užklauską nurodytais autorių el. pašto adresais)

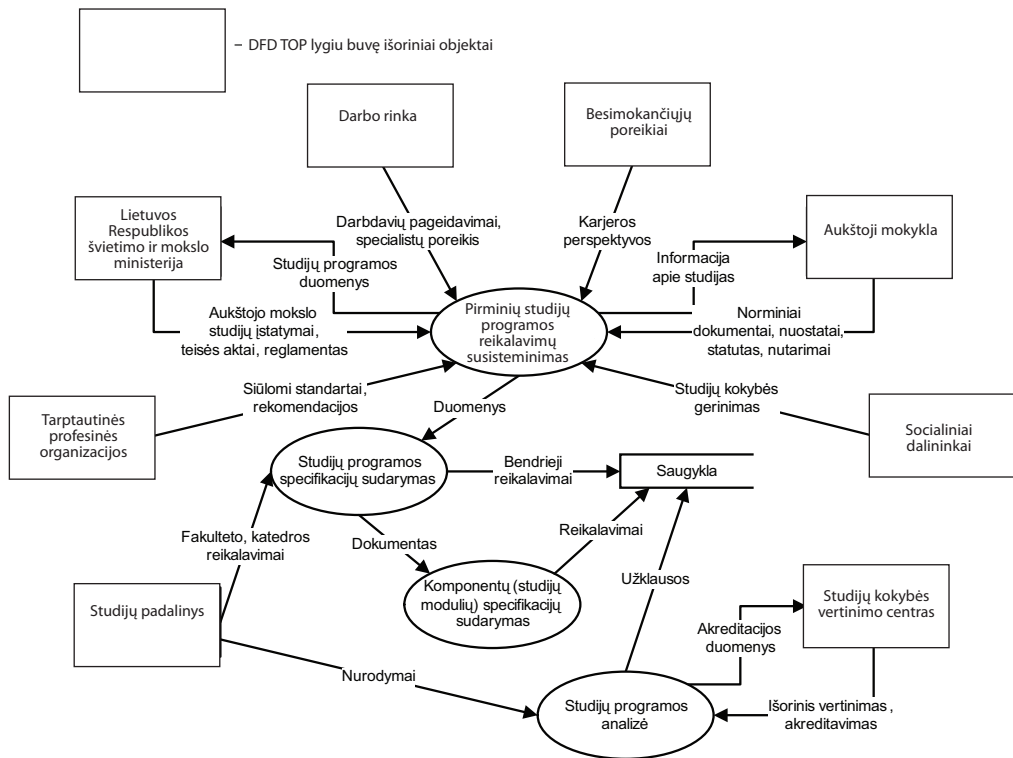
tinas pedagogines teorijas ir B. Bloom mokymosi tikslų taksonomiją (Rutkauskienė, et al., 2007).

Kaip matoma 1 paveiksle, AM 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 (Martinaitis, et al., 2006; Blažienė, et al., 2008).

3. Reikalavimų skaidymas, nustatant pirminių reikalavimų tipus. Reikalavimams modeliuoti pasirinkta duomenų srautų diagramų notacija (angl. *Data Flow Diagram – DFD*). Šis metodas sudaro galimybę išskaidyti (dekomponuoti) pradinį reikalavimą iki priimtino detalumo taip, kad jie kartu sudaro hierarchinę reikalavimų sistemą, kuri yra lengviau ir geriau suprantama. „Informatikos studijų programos atnaujinimo“ proceso konteksto modelis (aukščiausiojo lygmens TOP DFD), kuris toliau turi būti detalizuojamas pagal reikalavimų tipus, pateikiamas 2 paveiksle.



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



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

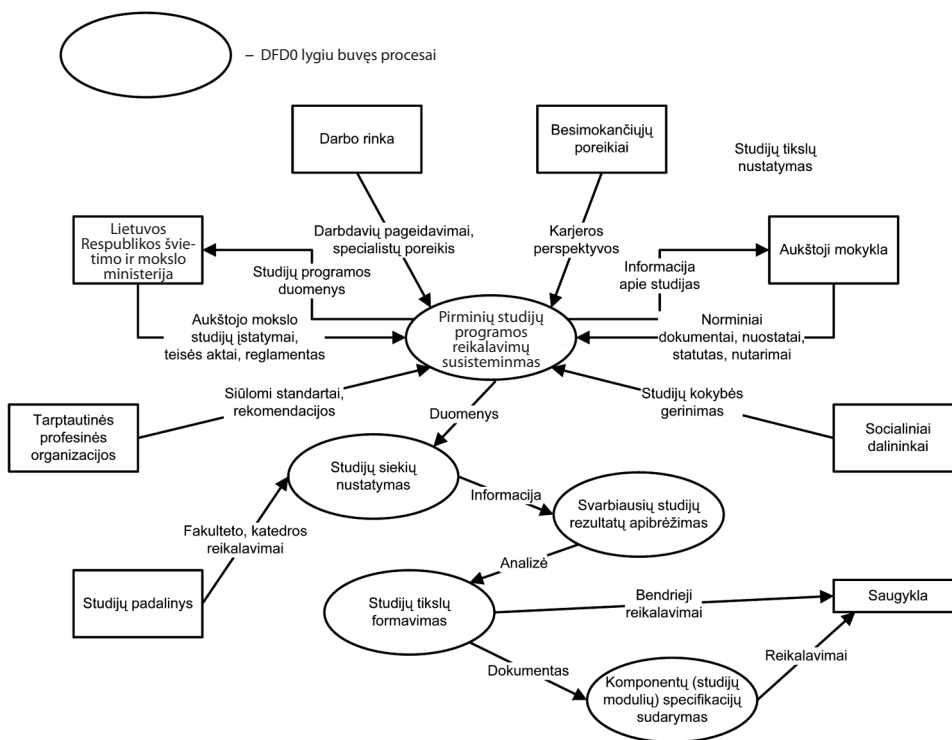
Konteksto modelis parodo sistemos ribas: įvardija vieną pagrindinį procesą „Informatikos studijų programos atnaujinimas“, išorės dalyvius, įeigos ir išeigos srautus.

Nulinio lygmens DFD (DFD0) detaliau aprašo (dekomponuoja) aukščiausiojo lygmens DFD modelį, parodydamas studijų programos struktūrą – specifikuoja svarbiausius procesus ir jų sąveiką (žr. 3 pav.).

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

4. Studijų programos specifikacijų ir atskirų jos komponentų (studijų modulių) specifikacijų sudarymas. Atlikus

tikslų, poreikių ir pirminių reikalavimų šaltinių analizę, kuriamos studijų programos specifikacija 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 ir kt.) ir pan. Reglamentas yra studijų programos kūrimo pagrindas, todėl reglamento parametrai sąlygiškai priskirtini studijų programai. Tokiu būdu kuriant studijų programą detalizuojama tai, kas užfiksuota reglamentu. Bet kurioje specifikacijų sudarymo fazėje gali atsirasti būtinybė sugrįžti prie vartotojo poreikių analizės etapo, norint gauti naujus arba patikslinti esamus reikalavimus.



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

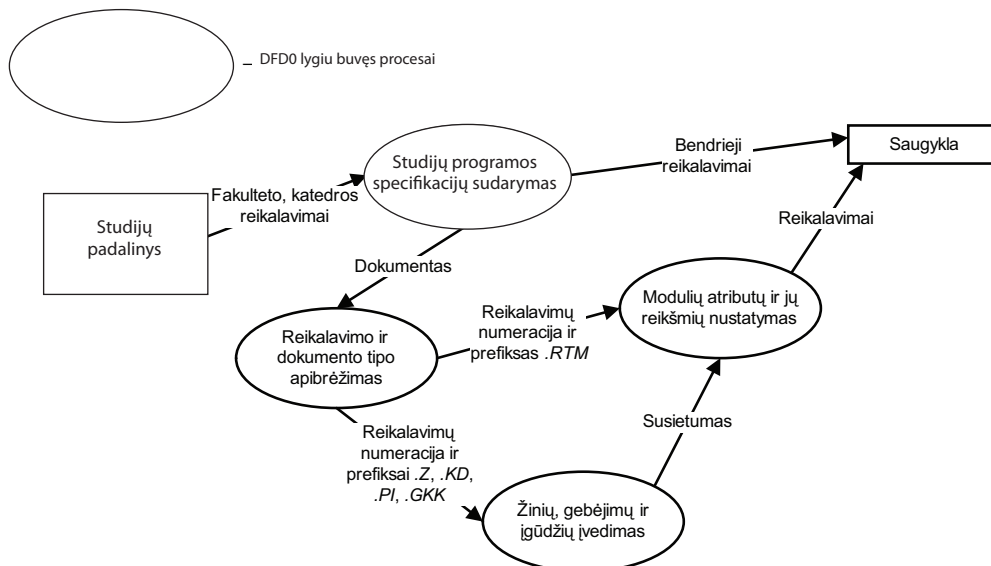
Pirmojo lygmens DFD1, kuriose dekomponuoti „Studijų programos specifikacijų sudarymas“ ir „Komponentų (studijų modulių) specifikacijų sudarymas“ procesai iš nulinio lygmens DFD0, pateiktos 4 ir 5 pav.

„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 (4 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 ir kt.) atžvilgiu (Laužackas, 2000).

Studijų rezultatai ir juos atitinkantys studijų tikslai suskirstomi į sritis pagal gi-

miningumo požymį. Giminingų studijų rezultatai ir studijų tikslai grupuojami į atskirus studijų dalykus (modulius), turinčius atskirus studijų dalykų (modulių) rezultatus, tikslus, turinį, metodus ir kt. (Pukelis ir Pileičikienė, 2005). Įvertinus studijų dalykų (modulių) esmines charakteristikas, nustatoma dalykų (modulių) apimtis kreditais ir valandomis (5 pav.).

Proceso metu sukaupiama ir naudojama daug ir įvairios informacijos iš įvairių šaltinių (žr. 1 ir 2 pav.), todėl siūloma naudoti šiuolaikinius reikalavimų inžinerijos metodus ir CASE (angl. *Computer Aided Systems Engineering*) paketus (Denisovas, Tekutov ir Tekutova, 2008). Čia CASE priemonės suprantamos kaip programiniai įrankiai, palaikantys sistemos kūrimo bei naudojimo procesus, t. y. reikalavimų formulavimą ir analizę, taikomosios sistemos ir duomenų bazės (toliau vadinama – DB) projektavimą, dokumentavimą, kokybės užtikrinimą, projekto valdymą, taip pat ki-



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

tus reikalingus procesus (Gudas, 2002b). Komerciniai reikalavimų inžinerijos įrankiai (*Telelogic DOORSTM*, *Serena RTMTM*, *Borland CaliberRMTM*, *IBM Rational RequisiteProTM* ir kt.) leidžia kompiuterizuoti šį procesą ir užtikrinti efektyvų jo vykdymą. Ankstesniuose autorių darbuose atlikta veiklos modeliavimo metodikų ir jas realizuojančių CASE priemonių analizė (Gudas, 2005; Tekutov, Tekutova ir Brauklytė, 2009) leido padaryti išvadą, kad šiuo atveju, kai studijų programa ir jos komponentai (studijų moduliai) yra aprašyti įvairios prigimties dokumentais, labiausiai tikėtų CASE priemonė, apimanti reikalavimų dokumentų tvarkymą (Лапыгин, 2007a; IBM kompanijos „Academic Initiative“ tinklalapis, 2009). Todėl *IBM Rational RequisiteProTM* programų paketas parinktas kaip kuriamos studijų programos reikalavimų inžinerijos sistemos pagrindinė kompiuterizavimo priemonė. Be to, *IBM Rational RequisiteProTM* priemonė palaiko integraciją su kitais IBM kompanijos produktais, tokiais kaip *IBM WebSphere Business ModelerTM*, *IBM Rational Clear CaseTM*, *IBM Rational ClearQuestTM*, *IBM Rational Software ArchitectTM* ir kt. (Лапыгин, 2007b).

Studijų programos reikalavimų inžinerijos sistema

CASE paketų saugyklų turinio bazinė dalis yra nagrinėjamos veiklos srities (veiklos proceso) modelis (Gudas, 2002b). Todėl svarbu apibrėžti reikalavimų vadybą kaip veiklos procesą – tai procesas, identifikuojantis reikalavimus ir koordinuojantis reikalavimų pasikeitimus sistemos kūrimo procese. Reikalavimų valdymo sistema (toliau vadinama – RVS) susideda iš reikalavimų rengimo, analizės, saugojimo prie-

monių ir apima palaikymo, plėtos, susietumo bei pakeitimų valdymo funkcijas.

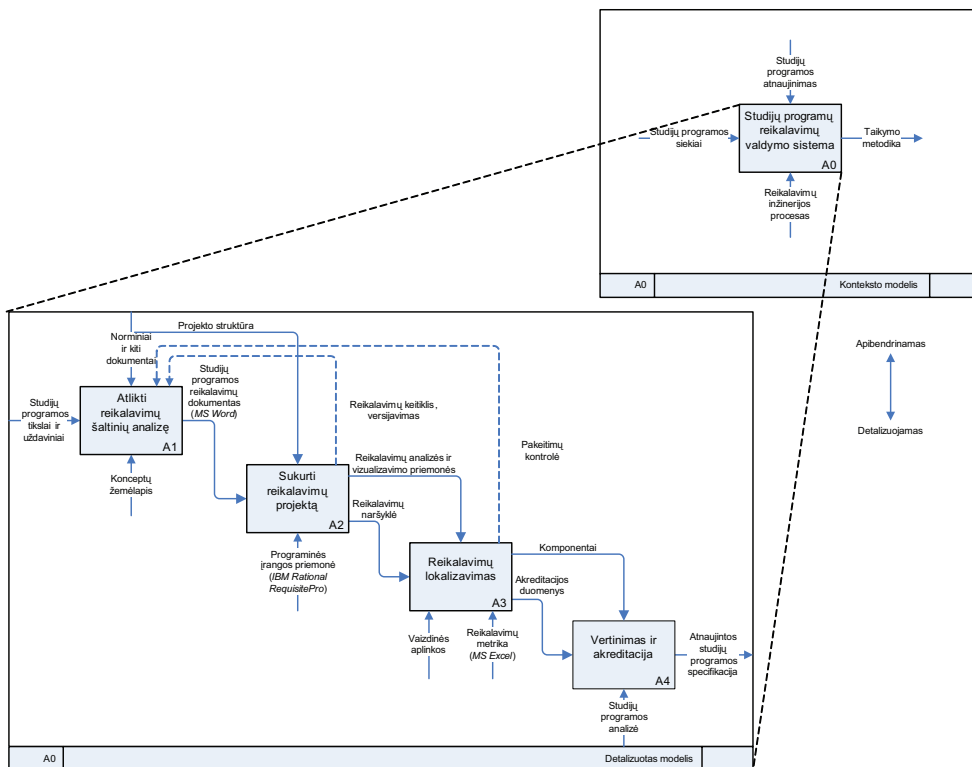
IDEF (angl. *Integration of computer aided manufacturing DEFinition*) modelių rinkiniu galima efektyviai pavaizduoti ir analizuoti veiklą įvairiu pjūviu. IDEF standartų šeima (nuo IDEF0 iki IDEF14) apima platų grafinio modeliavimo kalbų spektrą. Atsižvelgiant į analizės tikslą, pasirinkamas ir atitinkamas 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 pradama nuo šių modelių.

IDEF0 modeliuoja veiklą funkcinio požiūriu pavaizduoja informacinius / materialius, įėjigos (angl. *Input*)/išėjigos (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 tas, 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 (Репин, 2001; Федоров, 2007).

Autoriai sudarė studijų programų reikalavimų valdymo sistemos IDEF0 standarto modelius (6 pav.).

Reikalavimų specifikavimo procesas apima reikalavimų gavimą, saugojimą, analizę, dokumentavimą, vertinimą ir akreditavimą.



6 pav. Studijų programos reikalavimų valdymo sistemos modeliai (notacija IDEF0)

Trumpai aptariama RVS (6 pav.) naudojimo tvarka.

1. Projekto struktūros sudarymas. Norint parengti kokybišką reikalavimų specifikaciją, pirmiausia suformuluojama projekto struktūra. Čia projektas suprantamas kaip reikalavimų tipų, reikalavimų dokumentų ir pačių reikalavimų rinkinys, apibrėžiantis projekto vartotojų teises (Zielczynski, 2008).

2. Reikalavimų klasifikacija. Reikalavimų dokumentas yra *MS WordTM* arba *IBM Rational RequisiteProTM* programos dokumentas, kuriame nustatomi reikalavimai. Kiekvienas reikalavimų dokumentas yra susiejamas su konkrečiu reikalavimo tipu, nusakytu dokumentų failų plėtiniu. Reikalavimo tipas apibrėžia informaci-

ją, susijusią su reikalavimu, pavyzdžiui, galima apibrėžti pradinę reikalavimų numeraciją ir standartinį prefixą. 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 architektūros požiūriu mažiausiu struktūros komponentu laikomas studijų modulis (sandas). Modulio sudedamosios dalys apibūdinamos atributais. Nustatant sistemos hierarchiją moduliai jungiami į blokus (modulių

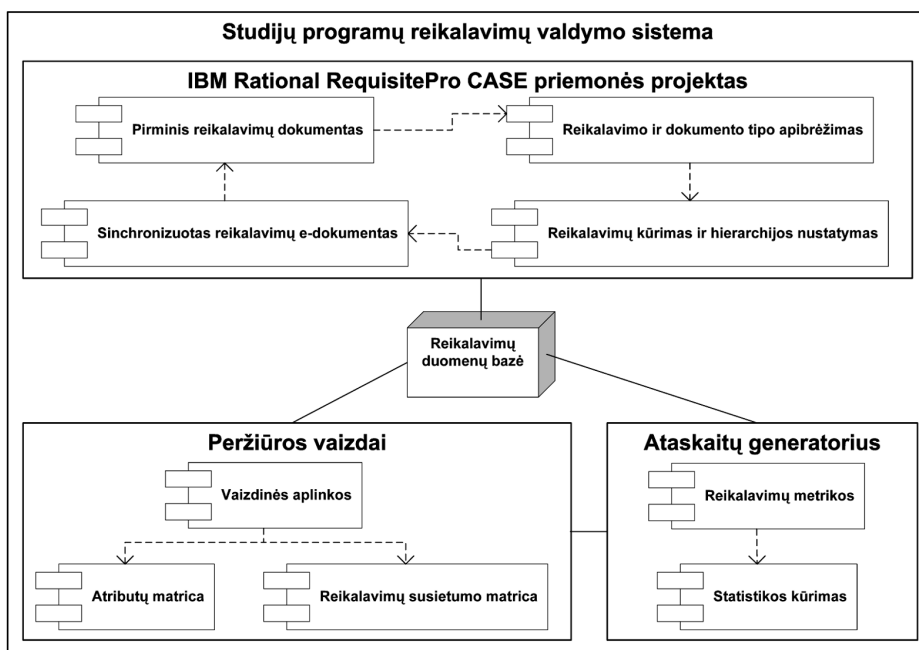
grupės). Pagrindiniai blokai yra apibrėžti bendruose reikalavimuose studijų programoms: bendrojo lavinimo, studijų pagrindų ir specialaus lavinimo dalykų blokai. Funkcinius (studijų turinio) reikalavimus nusako studijų programos paskirtis, pakopa ir suteikiamos žinios bei gebėjimai, kurie yra apibrėžti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

4. Studijų programos analizė. Reikalavimų analizės ir 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 ir pasinaudojant diagramų vaizdavimo galimybėmis.

Studijų programų reikalavimų valdymo sistemos architektūra

Studijų programų reikalavimų valdymo sistemos architektūra yra fundamentali sandara sistemos struktūrai, apima sistemos padalijimą į bendraujančius posistemius. Pasirinkta UML (angl. *Unified Modeling Language* – vienoda modeliavimo kalba) komponentų diagrama (angl. *Component Diagram*), nes ji gali būti naudojama modeliuoti ir dokumentuoti kiekvieną sistemos architektūrą. Studijų programų reikalavimų valdymo sistemos architektūros modelis rodo pagrindinius sistemos komponentus, kaip posistemiai dalijasi duomenimis ir kokias turi sąsajas, vaizduojama 7 paveiksle.

Pasiūlytos RVS realizacija apima reikalavimų keitikli natūralios kalbos reikalavimų reprezentacijai keisti į DB formatą



7 pav. Studijų programų reikalavimų valdymo sistemos architektūros modelis

(MS Access™), ir atvirkščiai. Bendri duomenys yra saugomi centinėje 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.

Modulis yra sistemos komponentas, kuris teikia paslaugas kitiems komponentams, bet nelaikomas atskira sistema.

Studijų programų reikalavimų valdymo sistemos taikymas

Kai reikalavimų dokumentai yra sukurti, o patys reikalavimai išsaugoti sistemos duomenų bazėje (DB), atsiranda galimybė analizuoti reikalavimus naudojant kompiuterizuotas sistemas. Pasirinktoje CASE priemonėje reikalavimų analizei skirtos specialios vaizdinės aplinkos arba pjūviai (angl. *Views*). Galima peržvelgti reikala-

vimus keliais pjūviais, naudojant įvairias matricas ir medžius, kur vaizduojami reikalavimai ir jų atributai arba susietumo ryšiai tarp skirtingų reikalavimų tipų (Zielczynski, 2008). Atliekant studijų programos analizę vykdomi tokie veiksmai:

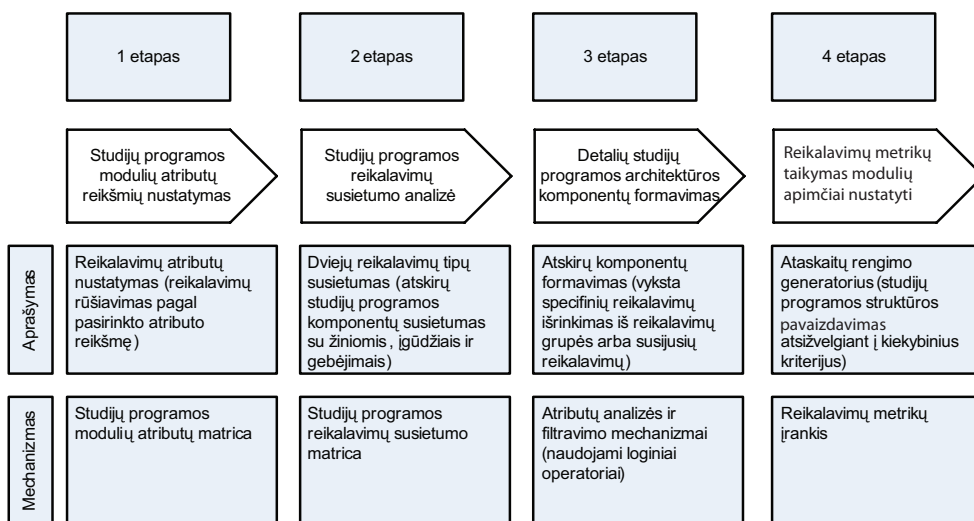
- reikalavimo pavadinimo, teksto, atributų ir susietumo ryšių kūrimas bei redagavimas;
- matricos informacijos rūšiavimas ir filtravimas;
- matricos užklauso išsaugojimas.

Studijų programų reikalavimų valdymo sistemos taikymo metodikos etapai parodyti 8 paveiksle.

Metodikos tikrinimo metu sukurti pavyzdžiai atsirado nagrinėjant Klaipėdos universiteto (KU) informatikos pagrindinių studijų programą.

1 etapas. Studijų programos modulių atributų reikšmių nustatymas

Viena iš reikalavimų analizės problemų yra reikalavimų atributų nustatymas ir



8 pav. Studijų programų reikalavimų valdymo sistemos taikymo metodikos etapai

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

9 pav. Studijų programos modulių atributų matrica

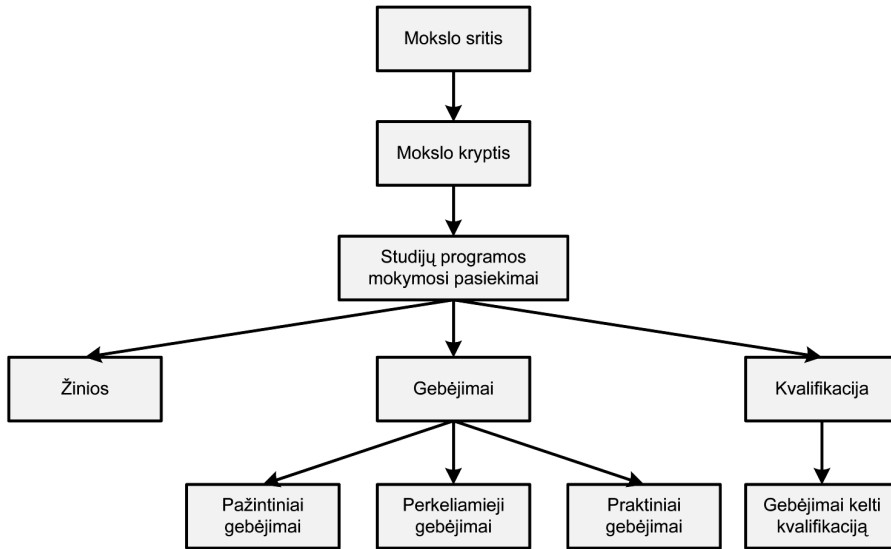
susietumas. Taikant atributų matricos (angl. *Attribute Matrix*) vaizdinę aplinką galima patogiai peržiūrėti visus tam tikro tipo reikalavimus ir su jais susietus atributus (9 pav.).

Studijų programą sudarančių modulių (sandų) atributų matricoje pateikiamas dalykų (modulių) sąrašas ir būdingi atributai:

apimtis valandomis ir kreditais, dėstytojai, sando grupė, semestras, pasirinkimo tipas, atsiskaitymo forma ir kt. Dalykų sąrašui priskiriami standartiniai atributai (atspindi studijų programos modulių struktūrą, kuri priimta nagrinėjamoje įstaigoje), o papildomi vartotojo įvedami atributai išryškina

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					↩	↩	

10 pav. Funkcinių ir struktūrinių reikalavimų susietumo analizė



11 pav. Studijų programos mokymosi pasiekimų klasifikacija

konkrečios studijų programos aktualijas ir specifiką. Tokių atributų, kaip antai prioritetas ir būseną, priskyrimas padeda valdyti reikalavimus, tai būtų neįmanoma naudojant vien standartinius teksto dokumentus. Pavyzdžiui, šioje matricoje reikalavimus galima įvairiais būdais laikinai surūšiuoti pagal pasirinkto atributo reikšmę (pavyzdžiui žr. Denisovas, Tekutov ir Tekutova, 2008).

2 etapas. Studijų programos reikalavimų susietumo analizė

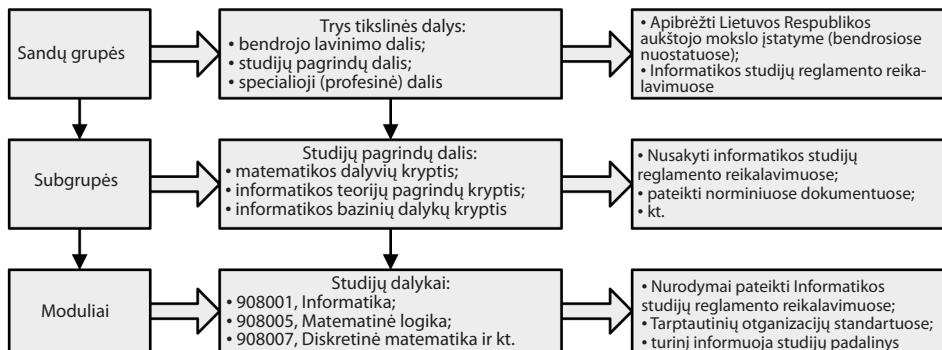
Kitas reikalavimų analizės būdas yra susietumo matrica (angl. *Traceability Matrix*), kuri nurodo dviejų reikalavimų tipų susietumą. Susietumo matrica (10 pav.) parodo, kaip atskiri studijų programos komponentai yra susieti su suteikiamomis žiniomis, lavinamais įgūdžiais ir gebėjimais (rodyklė, nukreipta iš vieno reikalavimo į kitą, rodo tiesioginį jų susietumą).

Mokymosi pasiekimai, fiksuojami mokymosi srityje, yra žinios, gebėjimai ir įgū-

džiai. Gebėjimai skirstomi į pažintinius, perkeliamuosius ir praktinius (11 pav.).

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 (nuo sandų grupės lygmens iki modulių lygmens) (12 pav.).

Pagal informatikos studijų krypties reglamentą (Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija, 2007) 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 programą šios dalys turi būti detalizuojamos stu-



12 pav. Studijų programos architektūros komponentai

dijų krypčių (subgrupių) ir modulių (dalykų) lygmeniu.

3 etapas. Detalių studijų programos architektūros 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 (13 pav.) rodo, kaip formuojamos informatikos reglamento reikalaujamos studijų pagrindų dalies matematikos dalykų (13a pav.) ir informatikos teorinių pagrindų (13b pav.) kryptys.

4 etapas. Reikalavimų metrikų taikymas modulių apimčiai nustatyti

Reikalavimų metrikos (angl. *Requirement Metrics*) taikomos sudarant galutinę 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). Būtent metrikų įrankis leidžia nustatyti, ar sudaryta studijų programos versija tenkina Studijų reglamente ir kituose dokumentuose nusakytus kriterijus. Pavyzdžiui, kaip parodyta 14 pav.,

Requirements:	Iš viso kreditų	Sando grupė	Kryptis 1 - Fil'Y SrtA	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

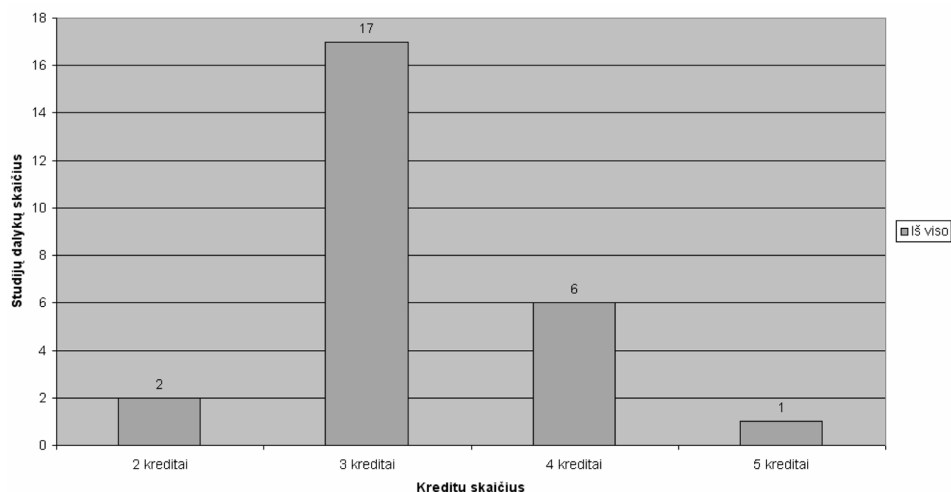
RTM6.29: 903028
Sikatiniai metodai ir matematinis modelavimas

Requirements:	Iš viso kreditų	Sando grupė	Kryptis 1 - Fil'Y SrtA	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

13 pav. Studijų pagrindų dalies detaliųjų komponentų formavimas

KU informatikos pagrindinių studijų programos dalykų pasiskirstymas pagal studijų pagrindų sando grupę ir kreditų skaičių



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

Klaipėdos universiteto 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 proc. 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 (Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija, 2007).

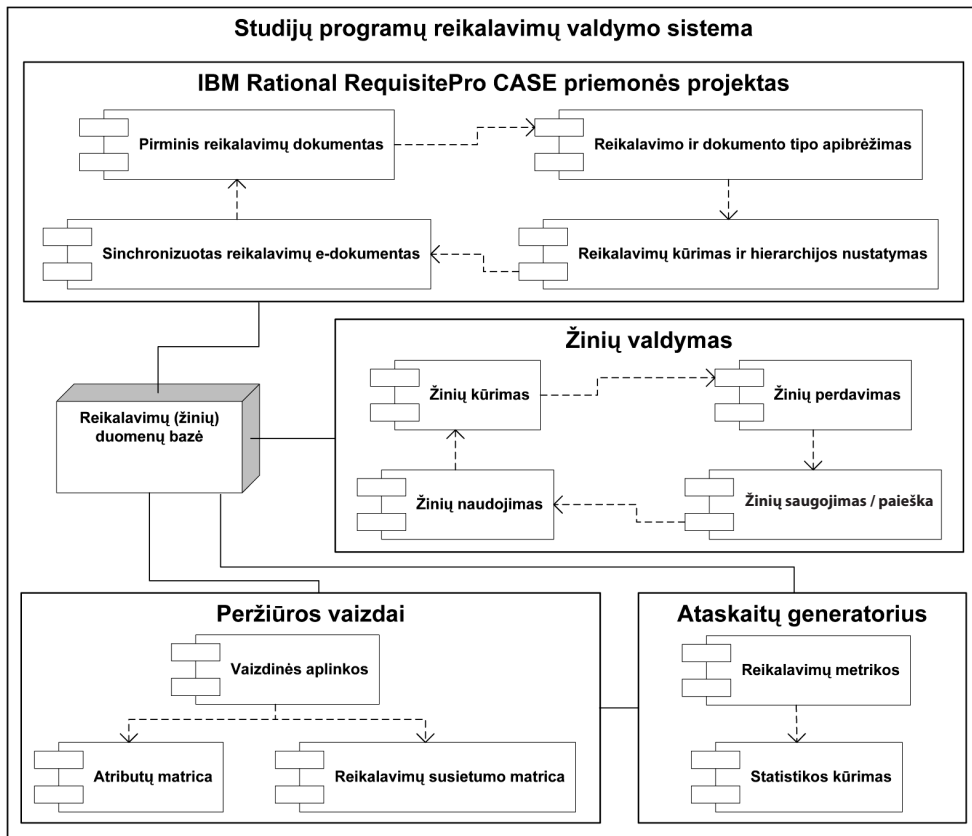
Taikant šią metriką taip pat galima įsitikinti, ar studijų programos dalykų apimtis yra pakankamai subalansuota (analizuojamoje studijų programoje studijų pagrindų sando grupėje dominuoja optimalios apimties trijų kreditų dalykai).

Kitas metrikų ataskaitas galima rasti ankstesniuose autorių darbuose (Denisovas, Tekutov ir Tekutova, 2008).

Žiniomis grindžiami studijų programų reikalavimų inžinerijos principai

Tolesnė sukurta studijų programos reikalavimų valdymo sistemos (RVS) plėtra siejama su žiniomis grindžiamų principų taikymu. Žiniomis grindžiamas modeliavimas – toks, kuris sudaromas pagal objektyvizuotą (mokslinę) informaciją – mokslo sukauptų žinių apie realybės dėsningumus pagrindu (t. y. vidinio stebėjimo pagrindu), naudojant pasirinktą modelio pavaizdavimo būdą (formalizuotą kalbą arba notaciją).

Žinios (angl. *Knowledge*) – informacijos ir patirties, konteksto supratimo, interpretavimo derinys, naudojamas sprendimams priimti ir veikti. Žinių bazė (angl. *Knowledge Base*) – žinių rinkinys, išreikštas naudojant tam tikrą formalią žinių vaizdavimo kalbą, žiniomis grindžiamos sistemos (angl. *Knowledge-based System*) dalis. Žinių bazėje saugomos žinios galėtų būti panaudotos numatytų konkrečių tai-



15 pav. Studijų programų reikalavimų valdymo sistemos architektūros modelis

komųjų sričių problemoms spręsti. Studijų programų reikalavimų valdymo sistemos architektūros modelis, kuriame atsirado naujas žinių valdymo posistemis, vaizduojamas 15 paveiksle.

Išanalizavus žinių valdymo teorijas ir procesus, nustatyta, kad žinių valdymas apima keturis procesus: žinių kūrimą, žinių perdavimą, žinių saugojimą / paiešką, žinių naudojimą. Žinių valdymas (angl. *Knowledge Management*) – procesų visuma, valdanti žinių kūrimą, tvarkymą, skleidimą ir panaudojimą siekiant užsibrėžtų tikslų (15 pav.).

Žinių bazėse taikomos svarbios žinių pavaizdavimo schemas (pavyzdžiui, taisyklės, asociatyviniai (semantiniai) tinklai,

freimai, objektai ir kt.), kurios naudoja skirtingus būdus žinioms interpretuoti ir panaudoti, ir tinkamos skirtingiems uždavinių tipams. Toliau, naudojant tikslo freimą, formuojami žiniomis grindžiami studijų programų principai.

Tikslo freimas – formalus organizacijos tikslų aprašas, kuris apibrėžia organizacijos tikslų struktūrą valdymo proceso pagrindu, pavadintas organizacinės sistemos tikslo freimu (Gudas, 2002a). Tikslo freimas sudaromas dviejų matavimų erdvėje – procesų erdvės plokštumoje (AG, GE), kurią riboja koordinacių ašys „sujungimas“ (AG – *aggregation*) ir „apibendrinimas“ (GE – *generalization*).

Tikslo freimą formaliai aprašo ši išraiška (Gudas, 2002a): TIKSLAS = <K, (M, I, L)>, čia K – tikslo kūnas (identifikatorius), M – materialūs tikslo atributai, I – informaciniai tikslo atributai, L – tikslo laikiniai atributai.

Tikslo freimo formavimo eigą aprašo tokios pagrindinės sąvokos: tikslo konkretinimo (CO) procesas ir tikslo detalizavimo (DE) procesas.

Tikslo konkretinimo 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.

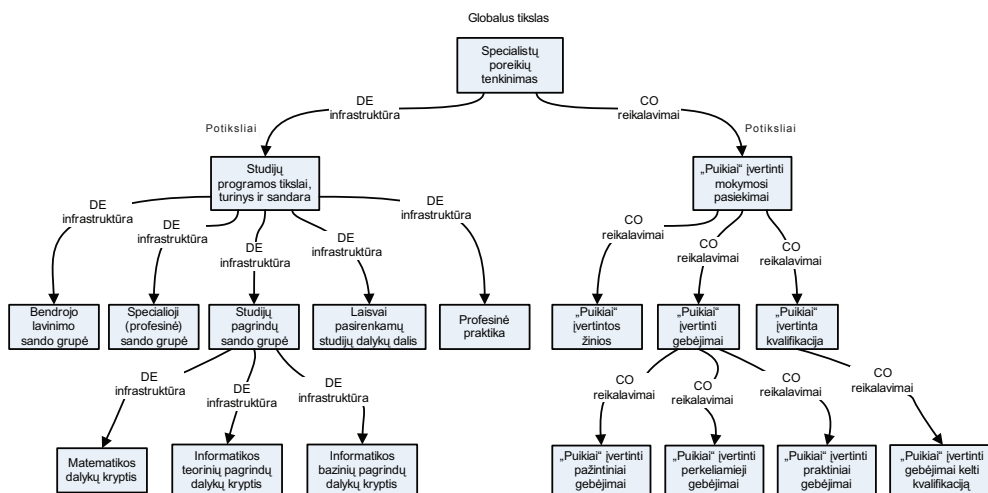
Kitai tariant, tikslų dekomponavimas:

- 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).

Dekomponavus globalų tikslą dviejų matavimų erdvėje (AG, GE), gaunama organizacijos tikslų struktūra „infrastruktūros-reikalavimai“, kurios bendras pavaldas pateikiamas 16 paveiksle.

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“ (Laužackas, 2000), tai, kad tos įgytos vertybės yra skirtos atlikti tam tikrą veiklą. Jeigu kvalifikacija apibūdina tam tikrai profesijai reikalingos žinios ir gebėjimai (mokėjimai ir įgūdžiai), tada yra aišku, kad jų apimtis tam tikros veiklos pradžioje ir po tam tikro laiko gerokai skiriasi. Taigi reali kvalifika-



16 pav. Tikslų medis dviejų matavimų erdvėje

cija keičiasi ir jos tobulėjimas dažniausiai susijęs ne tiek su naujomis profesinėmis žiniomis, kiek su jų naudojimu atliekant praktinę veiklą ir atsirandančiomis sudėtingesnėmis charakteristikomis (16 pav.). Studijų siekiniai pasiekiami per tikslinių dalykų siekinius. Pavyzdžiui, specialiajai (profesinei) daliai priklausantis *Integruotų sistemų kūrimo* pasirenkamas specialybės dalykas remiasi studijų pagrindų dalykais ir teikia informatikos krypties nuodugnesnes žinias ir gebėjimus, reikalingus tolesnei tiriamajai ar profesinei veiklai.

Išvados

Sukurta ir įgyvendinta automatizuota sistemų inžinerijos metodais bei CASE priemonėmis grindžiama studijų programų reikalavimų inžinerijos sistema, pateikta jos taikymo metodika, leidžianti susisteminti, analizuoti, lokalizuoti ir vertinti reikalavimus aukštojo mokslo kuriamoms informatikos studijų programoms bei modernizuoti šių studijų programų struktūrą ir turinį. Remiantis Informatikos studijų krypties reglamentu ir kitais identifikuotais reikalavimų šaltiniais atlikta dalykinė KU informatikos pagrindinių studijų programos analizė, įgyvendintos reikalingos programos turinio bei struktūros pataisos (Denisovas, Tekutov ir Tekutova, 2008). Dar vienas sistemos aprobacijos rezultatas – sėkmingai sukurta ir jau pradėta įgyvendinti nauja KU techninių informacinių sistemų inžinerijos magistrantūros studijų programa. Sistemos taikymo efektyvumą patvirtino ir atliktas nepriklausomas

ekspertinis vertinimas – teigiama Studijų kokybės vertinimo centro ekspertų išvada apie naują sukurta magistrantūros studijų programą. Šiame straipsnyje metodiškai apibendrinti autorių atlikti tyrimai, pateikti pagrindiniai automatizuoto kūrimo proceso metu naudojami artefaktai.

Rezultatai yra realūs ir pasižymi plačiomis taikymo galimybėmis atnaujinant KU (potencialiai ir kitas bei kitų universitetų) studijų programas. Aprobacijos metu sukaupta patirtis leido suformuluoti ir pateikti bendrą reikalavimų inžinerijos studijų programų atnaujinimo sistemos taikymo metodiką bei numatyti tokias jos tobulinimo perspektyvas:

- siekiant ateityje sėkmingai taikyti sukurta sistemą įgyvendinant ir atnaujinant informatikos studijų programas reikėtų užtikrinti nuolatinį naujos informacijos apie studijų programos vykdymą ir vertinimą, naujus standartus ir kitos informacijos surinkimą bei pateikimą į sistemos duomenų bazę;
- atsižvelgiant į vis didesnius rinkos poreikių pokyčius planuojama, taikant veiklos modeliavimo metodus, sudaryti poreikių modelį, kuris leistų kurti naujus reikalavimus studijų programoms.

Detalų atskirų metodikos etapų ir konkrečių studijų programų nagrinėjimą galima rasti ankstesniuose autorių straipsniuose (Tekutov, Tekutova ir Denisovas, 2007; Denisovas, Tekutov ir Tekutova, 2008; Gudas, *et al.*, 2009).

LITERATŪRA

- BLANCHARD, Benjamin S. (1991). *Systems Engineering Management*. John Wiley & Sons, Interscience Publ. New York.
- BLAŽIENĖ, Inga; *et al.* (2008). *Specialistų poreikio tyrimų metodologija*. Vilnius: Mokslo aidai, p. 109. ISBN 978-9955-591-46-7.
- ČAPLINSKAS, Albertas. (2002). Curricula engineering: application of systems engineering methods to the development of university curricula. *Information technology and control*, Nr. 1 (22). Kaunas: Technologija, p. 53–58. ISSN 1392-124X.
- ČAPLINSKAS, Albertas; VASILECAS, Olegas. (2002). Modern curriculum in information systems: a case study. *Information technology and control*. Kaunas: Technologija, Nr. 1(22), p. 59–63. ISSN 1392-124X.
- ČAPLINSKAS, Albertas; VASILECAS, Olegas. (2003). *Generic Master of Science Degree Program in Information Systems: methodical materials*. Vilnius: Technika, 144 p. ISBN 9986-05-651-9.
- DENISOVAS, Vitalijus. (2002). MOCURIS curriculum requirements management using Rational RequisitePro. *Tarptautinio seminario „MOCURIS-Rational“ pristatymo medžiaga*. Vilnius: VGTU, 2002 m. lapkričio 7 d.
- DENISOVAS, Vitalijus; *et al.* (2008). Informacinių technologijų srities magistrantūros studijų programų modernizavimas, plėtra ir mobilumo užtikrinimas. *Technologijos mokslo darbai Vakarų Lietuvoje VI*. Klaipėda: KU leidykla, p. 5–10. ISSN 1822-4652.
- DENISOVAS, Vitalijus; TEKUTOV, Jurij; TEKUTOVA, Julija. (2008). Informatikos pagrindinių studijų programos analizė ir atnaujinimas taikant reikalavimų inžinerijos priemones. *Fundamentiniai tyrimai ir inovacijos mokslų sandūroje*. Klaipėda: KU leidykla, p. 25–37. ISSN 978-9955-18-329-7.
- DUNNE, Bruce; *et al.* (2007). 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.
- GDAS, Saulius. (2002). *Organizacijų veiklos modeliavimas*. Kaunas: Naujas LANKAS, 135 p. ISBN 9955-03-125-5.
- GDAS, Saulius. (2002). *Veiklos analizė ir informacinių poreikių specifkavimas*. Kaunas: Naujas LANKAS, 94 p. ISBN 9955-03-126-3.
- GDAS, Saulius. (2005). Žiniomis grindžiamos IS inžinerijos metodų principai. *Konferencijos pranešimų medžiaga „Informacinės technologijos 2004“*, T. 2, Kaunas: Technologija, p. 713–717. ISBN 9955-09-788-4.
- GDAS, Saulius; DENISOVAS, Vitalijus; TEKUTOV, Jurij; BRAUKLYTĖ, Ilona. (2009). 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, p. 229–234. ISSN 2029-249X.
- IBM KOMPANIJOS ACADEMIC INITIATIVE TINKLALAPIS. (2009). *IBM Rational RequisitePro evaluators guide* [interaktyvus]. [Žiūrėta 2010 m. gegužės 31 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www3.software.ibm.com/ibmdl/pub/software/rational/web/guides/reqproevalguide.pdf>>.
- LAUŽACKAS, Rimantas. (2000). *Mokymo turinio projektavimas*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto leidykla, 143 p.
- LAUŽACKAS, Rimantas. (2008). *Kompetencijomis grindžiamų mokymo/studijų programų kūrimas ir vertinimas*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 192 p. ISBN 978-9955-12-429-0.
- LIETUVOS RESPUBLIKOS ŠVIETIMO IR MOKSLO MINISTERIJA. (2007). *Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministro įsakymas 2007 m. gruodžio 22 d. Nr. ISAK-2580 Informatikos studijų krypties reglamentas* [interaktyvus]. Vilnius [žiūrėta 2009 m. gegužės 10 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.smm.lt/smt/st_org/docs/st_regl/Informatika%20akt.pdf>.
- LIETUVOS RESPUBLIKOS ŠVIETIMO IR MOKSLO MINISTERIJA. (2009). *Nutarimas dėl studijų sričių ir krypčių, pagal kurias vyksta studijos aukštosiose mokyklose, sąrašo ir kvalifikacinių laipsnių sąrašo patvirtinimo 2009 m. gruodžio 23 d. Nr. 1749* [interaktyvus]. Vilnius [žiūrėta 2010 m. sausio 15 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.smm.lt/smt/st_org/docs/klasifikavimas/kryptys_galutinis.pdf>.
- QUALITY ASSURANCE ORGANISATION: JOINT QUALITY INITIATIVE. (2004). *Shared Dublin descriptors for Short Cycle, First Cycle, Second Cycle and Third Cycle Awards* [interaktyvus]. [Žiūrėta 2010 m. sausio 14 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.jointquality.nl/content/descriptors/CompletesetDublinDescriptors.doc>>.

MARTINAITIS, Žilvinas; *et al.* (2006). *Magistrantūros ir Lietuvos ūkio poreikių atitikimas*. Vilnius: Viešosios politikos ir vadybos institutas, 361 p. ISBN 1822-1645.

MULDER, Fred; LEMMEN, Karel; VEEN, van Maarten. (2003). 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, p. 97–111.

MARTINAITIS, Žilvinas; *et al.* (2006). *Magistrantūros ir Lietuvos ūkio poreikių atitikimas*. Vilnius: Viešosios politikos ir vadybos institutas, 361 p. ISBN 1822-1645.

PUKELIS, Kęstutis; PILEIČIKIENĖ, Nora. (2005). The Quality Of Higher Education: Paradigm Of Study Outcomes. *The Quality of Higher Education*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, p. 96–107. ISSN 1822-1645.

RUTKAUSKIENĖ, Danguolė; *et al.* (2007). *Nuotolinio mokymosi dėstytojo vadovas*. Kaunas: Technologija. ISBN 9955-25-190-5

SOMMERVILLE, Ian. (2006). *Software Engineering*: 8th edition. United Kingdom, Addison-Wesley. 864 p. ISBN 0-321-31379-8.

TEKUTOV, Jurij; TEKUTOVA, Julija; DENISOVAS, Vitalijus. (2007). Informatikos studijų programų modernizacijos aukštosiose mokyklose problemos. *Vadyba*: mokslo darbai Nr. 2 (11). Klaipėda: KU leidykla, p. 237–241. ISSN 1648-7974.

TEKUTOV, Jurij; TEKUTOVA, Julija; BRAUKLYTĖ, Ilona. (2009). Žiniomis grindžiamo veiklos

modeliavimo metodų ir priemonių analizė. *Fundamentiniai tyrimai ir inovacijos mokslų sandūroje*. Klaipėda: KU leidykla, p 117–126. ISSN 978-9955-18-329-7.

VEEN, van Maarten; MULDER, Fred; LEMMEN, Karel. (2004). What is lacking in curriculum schemes for computing/informatics? *ACM SIGCSE Bulletin*, Volume 36, Issue 3, p. 186–190. ISSN 0097-8418.

ZIELCZYNSKI, Peter. (2008). *Requirements Management Using IBM Rational RequisitePro*. United States, IBM Press, 333 p. ISBN 0-321-38300-1.

ЛАПЫГИН, Дмитрий. (2007). *Управление требованиями с IBM Rational RequisitePro* [interaktyvus]. [Žiūrėta 2010 m. gegužės 31 d.]. Prieiga per internetą: <<http://download.boulder.ibm.com/ibmdl/pub/software/dw/ru/download/requisitepro.pdf>>.

ЛАПЫГИН, Дмитрий. (2007). *Эффективная разработка ПО на платформе IBM Rational* [interaktyvus]. [Žiūrėta 2010 m. birželio 1 d.]. Prieiga per internetą: <http://download.boulder.ibm.com/ibmdl/pub/software/dw/ru/download/rational_2007.pdf>.

РЕПИН, Владимир. (2001). *Сравнительный анализ нотаций ARIS eEPC/IDEF0, IDEF3 и продуктов, их поддерживающих (ARIS Toolset/BPwin)* [interaktyvus]. [Žiūrėta 2010 m. sausio 8 d.]. Prieiga per internetą: <<http://devbiz.narod.ru/home/kozloff/EOD/arisvsidef.pdf>>.

ФЕДОРОВ, Николай. (2007). *Проектирование информационных систем на основе современных CASE-технологий*. Москва: Московский государственный индустриальный университет, 287 с. ISBN 978-5-2760-1154-7.

THE ENGINEERING METHOD AND INFORMATION SYSTEM OF STUDY PROGRAMME REQUIREMENTS

Vitalijus Denisovas, Saulius Gudas, Jurij Tekutov

Summary

This article is devoted to the formulation and implementation of quite a novel interdisciplinary approach to curriculum development, which is based on the application of systems the engineering methods and modern CASE tools. *IBM Rational RequisiteProTM* is a tool chosen for curriculum requirements management. It allows the input, updating, tracking, and a review of requirements during the project lifecycle. To support the curriculum development procedure a new engineering system

of study program requirements has been developed and implemented. A new methodology of using this system is provided in solving one of the most topical problems of informatics studies in Lithuania – modernization of bachelor studies in order to meet the new study regulations recently issued by the Ministry of Education. The methodology has been approved by successfully applying it to the analysis, improvement and updating of the Informatics study programs of the Klaipėda University.