

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
INFORMATIKOS FAKULTETAS  
PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA**

**Rolandas Kičas**

**Gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo  
programinė įranga**

Magistro darbas

**Vadovas  
dr. Eimutis Karčiauskas**

**KAUNAS, 2005**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
INFORMATIKOS FAKULTETAS  
PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA**

**TVIRTINU  
Katedros vedėjas  
dr. E. Bareiša  
2005-05-23**

**Gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo  
programinė įranga**

Informatikos inžinerijos mokslo magistro baigiamasis darbas

**Kalbos konsultantė  
Lietuvių k. katedros lekt.  
dr. J. Mikelionienė  
2005-05-27**

**Recenzentas  
doc. dr. A. Riškus  
2005-05-27**

**Vadovas  
doc. dr. E. Karčiauskas  
2005-05-27**

**Atliko  
IFM-9/2 gr. stud.  
Rolandas Kičas  
2005-05-27**

**KAUNAS, 2005**

## **SUMMARY**

This master thesis analyses principle manufacturing order design and management methods and schemas. They are practically applied in developing software for product's graphical-informational model management, feature management, technological data and rules specification and description, product's material list creation and estimation. The developed software is suited for both large and small manufacturing corporations, that specializes in plastic or wooden windows, doors, garage gates, glass fillings production. The system may be adjusted to various manufacturing technologies.

These software development methods and technologies were applied during system design and implementation: Dynamic System Development Method (DSDM), Object Oriented (OO) Design and Programming, Component Based System Engineering Method (CBSE), Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing Methods, eXtensible Markup Language (XML).

Created software was tested with real technological data. Systems suites functional and non-functional specification. Experiments show that the product is more flexible than it's previous version.

# TURINYS

<b>1. ĮVADAS .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problemos apibrėžimas ir motyvacija .....	1
1.2. Tikslas .....	2
1.3. Pateikimas .....	2
<b>2. ANALITINĖ DALIS .....</b>	<b>3</b>
2.1. Rinkos analizė .....	3
2.2. Taikymo srities analizė .....	5
2.2.1. Kompiuterinio projektavimo samprata .....	5
2.2.2. Ekonominių gaminio parametrų įvertinimo koncepcija.....	8
2.2.3. Kompiuterinio projektavimo programinės įrangos pasirinkimo kriterijai .....	11
2.2.4. Integruotos projektavimo sistemos kūrimo principai.....	12
2.3. Verslo sistemų integravimo technologijos.....	13
2.3.1. Integravimas transporto lygmeniu .....	13
2.3.2. Integravimas duomenų lygmeniu.....	14
2.3.3. Integravimas informacijos lygmeniu .....	14
2.3.4. Integravimas organizacijos vidinių procesų lygmeniu.....	16
2.3.5. Integravimas išorinių procesų lygmeniu .....	16
2.4. Metodų ir technologijų pasirinkimas .....	17
2.4.1. Dinaminis sistemų kūrimo metodas.....	17
2.4.2. Komponentinis sistemų kūrimo metodas.....	18
2.4.3. Išorinių technologinių duomenų saugojimas bei taisyklių specifikavimas.....	19
2.4.4. Suprojektuotų gaminių saugojimo formatas .....	20
<b>3. PROJEKTINĖ DALIS .....</b>	<b>21</b>
3.1. Sistemos aprašymas .....	21
3.2. Sistemos veiklos kontekstas.....	21
3.3. Sistemos vartotojai.....	22
3.4. Sistemos nefunkciniai reikalavimai ir apribojimai .....	23
3.5. Sistemos funkciniai reikalavimai .....	24
3.6. Sistemos architektūra .....	26
3.6.1. Panaudojimo atvejų vaizdas.....	26
3.6.2. Loginis vaizdas .....	29
3.6.2.1. Vartotojo sąsajos moduliai.....	29
3.6.2.2. Gaminio grafinio-informacinio modelio projektavimo bei valdymo moduliai ..	33
3.6.2.3. Išorinių technologinių duomenų valdymo modulis .....	44
3.6.3. Procesų vaizdas .....	45
3.6.3.1. Būsenų diagramos .....	45
3.6.3.2. Sekų diagramos .....	47
3.6.4. Išdėstymo vaizdas .....	54
<b>4. TYRIMO-EKSPERIMENTINĖ DALIS .....</b>	<b>56</b>
4.1. Projekto kokybės tyrimo kriterijai .....	56
4.1.1. Produkto veikimo kokybės faktoriai .....	56
4.1.2. Produkto peržiūros kokybės faktoriai .....	56
4.1.3. Produkto pereinamumo kokybės vertinimas.....	56

4.2.	Projekto kokybės tyrimas.....	57
4.2.1.	Produkto veikimo kokybės faktoriai.....	57
4.2.2.	Produkto peržiūros kokybės faktoriai.....	58
4.2.3.	Produkto pereinamumo kokybės vertinimas.....	58
4.3.	Sistemos tolensnė vizija.....	59
<b>5.</b>	<b>IŠVADOS.....</b>	<b>60</b>
<b>6.</b>	<b>LITERATŪRA.....</b>	<b>61</b>
<b>7.</b>	<b>TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS .....</b>	<b>63</b>
7.1.	Taikymo srities terminai .....	63
7.2.	Kompiuteriniai terminai.....	65
<b>8.</b>	<b>PRIEDAI.....</b>	<b>68</b>
8.1.	Prototipų analizė .....	68
8.2.	Automatizuoto sistemos vienetų testavimo įrankis.....	74
8.3.	Išorinių technologinių duomenų bei taisyklių aprašymas.....	76
8.4.	Laikinių charakteristikų palyginimas su ankstesne sistemos versija .....	78

## PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

2-1 pav. Programinės įrangos, skirtos inžineriniams skaičiavimams, analizei ir konstrukcijų projektavimui, klasifikavimas .....	3
2-2 pav. Kompiuterinio projektavimo koncepcija .....	5
2-3 pav. Kompiuterinio projektavimo fazės .....	6
2-4 pav. Virtualaus grafinio-informacinio modelio sukūrimo ir naudojimo schema .....	7
2-5 pav. Kokybiško projektavimo proceso privalumai .....	8
2-6 pav. Automatizuotas sąmatų generavimas .....	9
2-7 pav. Projekto kaštų įvertinimas gaminio gyvavimo ciklo metu .....	10
2-8 pav. Galimi principiniai integracijos tarp grafinių platformų ir analizės bei skaičiavimų programų lygiai .....	13
2-9 pav. Programinės įrangos komponento koncepcija .....	18
2-10 pav. Suprojektuoto gaminio (grafinio-informacinio modelio) saugojimo koncepcija .....	20
3-1 pav. Veiklos konteksto diagrama .....	22
3-2 pav. Gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo posistemio nedetalizuota panaudojimo atvejų diagrama .....	26
3-3 pav. Panaudojimo atvejo 3. Vizualus gaminio projektavimas detalizacija .....	27
3-4 pav. Panaudojimo atvejo 3.2. Stačiakampių konstrukcijų projektavimas detalizacija .....	27
3-5 pav. Panaudojimo atvejo 3.4. Netaisyklingų tiesinių konstrukcijų projektavimas detalizacija .....	28
3-6 pav. Panaudojimo atvejo 3.5. Netaisyklingų arkinių konstrukcijų projektavimas detalizacija .....	28
3-7 pav. Panaudojimo atvejo 4. Gaminio įvertinimas detalizacija .....	28
3-8 pav. Vartotojo sąsajos moduliai .....	29
3-9 pav. Modulių MainUnit ir NewProd detalizacija .....	30
3-10 pav. Modulių AbsDesgn, WinDesgn, StdElemListForm detalizacija .....	31
3-11 pav. Modulių StdPropForm , StdValForm detalizacija .....	32
3-12 pav. Abstrakčių gaminių projektavimą realizuojantys moduliai .....	33
3-13 pav. Langų projektavimą realizuojantys moduliai .....	33
3-14 pav. Modulio AbsTech klasės TAbstractItem detalizacija .....	34
3-15 pav. Modulio AbsTech klasės TAbstractTechnology detalizacija .....	35
3-16 pav. Modulio AbsProp klasių diagrama .....	35
3-17 pav. Modulio WinTech klasių, aprašančių abstraktaus lango profilių detalizacija .....	36
3-18 pav. Modulio WinTech klasių, aprašančių abstraktaus lango kontūrą detalizacija .....	38
3-19 pav. Modulio WinTech klasių, aprašančių abstraktaus lango grafą detalizacija .....	39
3-20 pav. Modulio WinTech klasių, aprašančių abstraktaus lango profilį bei kontūrą tarpusavio ryšių detalizacija .....	40
3-21 pav. Modulio ItemWinTech klasių diagrama .....	41
3-22 pav. Modulio ProdCtrl klasių diagrama .....	42
3-23 pav. Modulių AbsCalc ir WinCalc klasių diagrama .....	43
3-24 pav. Klasės, skirtos duomenų paėmimui iš Microsoft Excel paketo .....	44
3-25 pav. Abstraktaus lango kontūro būsenų diagrama .....	45
3-26 pav. Abstraktaus lango profilio būsenų diagrama .....	46
3-27 pav. Reguliarus profilio įdėjimo sekų diagrama .....	47
3-28 pav. Varčios įdėjimo sekų diagrama .....	48
3-29 pav. Besišliejančio profilio įdėjimo sekų diagrama .....	49
3-30 pav. Pasiruošimo profilio tempimo operacijai sekų diagrama .....	50
3-31 pav. Profilio tempimo operacijos atlikimo sekų diagrama .....	51

3-32 pav. Nedetalizuota technologinių skaičiavimų atlikimo sekų diagrama .....	52
3-33 pav. Naujo gaminio sukūrimo sekų diagrama .....	53
3-34 pav. Sistemos komponentai .....	54
3-35 pav. Sistemos išdėstymo pas klientą modelis .....	55
8-1 pav. Automatizuoto vienetų testavimo koncepcija .....	74
8-2 pav. Struktūrinis metodo TGeometryCalc.PntInPolygon testavimas .....	74
8-3 pav. Naujo testinio atvejo generavimas metodui TGeometryCalc.PntInPolygon .....	75
8-4 pav. Testavimo rezultatai metodui TGeometryCalc.PntInPolygon .....	75
8-5 pav. Profilio ilgio koregavimo taisyklių aprašymas .....	76
8-6 pav. Varčios kaustymo technologinių taisyklių aprašymas .....	77
8-7 pav. Langų konstrukcijos, kurioms buvo atliktas laikinių charakteristikų tyrimas .....	78
8-8 pav. Laikinių charakteristikų tarp naujos ir senos programos versijų palyginimas.....	79

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

3-1 lentelė. Veiklos konteksto įvykiai.....	22
3-2 lentelė. Sistemos vartotojai.....	23
8-1 lentelė. Analizuojami programinės įrangos prototipai.....	69
8-2 lentelė. Laikinių charakteristikų tarp naujos ir senos programos versijų palyginimas.....	79



# 1. ĮVADAS

## 1.1. Problemos apibrėžimas ir motyvacija

Gamybinės įmonės nuolat ieško naujų programinių sprendimų, leidžiančių supaprastinti, racionalizuoti gamybos procesus, mažinančių valdymo išlaidas, padedančių įmonei sėkmingai konkuruoti rinkoje, užtikrinančių geresnį klientų aptarnavimo lygį ir kt.

Gamybos valdymo sistemos taip pat nuolat tobulėja, reikalavimai joms sparčiai kinta: programinius sprendimus reikia adaptuoti prie besikeičiančių verslo procesų, naujų gamybos taisyklių, tenka plėsti sistemų funkcionalumą, gerinti jų nefunkcines charakteristikas, kurti patogesnes vartotojo sąsajas ir pan. Tam ypač pasitarnauja nauji programinės įrangos kūrimo metodai bei tokios technologijos kaip: dinaminis sistemų kūrimo metodas (angl. *Dynamic System Development Method* – DSDM), objektiškai orientuotas (angl. *Object Oriented* – OO) projektavimas ir programavimas, komponentinis sistemų kūrimo metodas (angl. *Component-Based Software Engineering* – CBSE), kompiuterių panaudojimo projektavime/gamyboje metodai (angl. *Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing* – CAD/CAM), duomenų sistematizavimo bei saugojimo formatas XML ir kt.

Šiame darbe nagrinėjami gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo principiniai metodai bei schemas. Jie praktiškai panaudoti kuriant programinę įrangą, skirtą gamybinių užsakymų projektavimui, gaminio savybių valdymui, technologinių duomenų bei taisyklių specifikavimui. Programinis sprendimas skirtas tiek smulkioms, tiek stambioms gamybinėms įmonėms, užsiimančioms vienetine langų, durų, garažo vartų, stiklo paketų ir panašių konstrukcijų gamyba.

Gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo programinė įranga – tai viena iš svarbiausių gamybos valdymo sistemos dalių. Poreikis kurti naują sistemos versiją iškilo dėl to, jog su senąja sistema galima projektuoti ir įvertinti tik stačiakampes langų bei durų konstrukcijas. Norint išlaikyti esamus įmonės klientus ir sėkmingai pritraukti kitus reikia išplėsti programinio sprendimo funkcionalumą taip, kad šis palaikytų netaisyklingų tiesinių bei arkinių konstrukcijų projektavimą bei įvertinimą. Be to, klientai pageidauja, jog naujoji sistema, be visų funkcinių naujovių, veiktų daug sparčiau nei jos pirmtakė.

Projekto taikymo sritis yra itin specifinė. Konkrečios metodologijos, kaip atlikti gaminių projektavimo automatizavimą, nėra plačiai publikuojamos, todėl projekto taikymo srities analizė susidėjo iš nuolatinių diskusijų su užsakovu, būsimais produkto vartotojais, technologinių katalogų

studijavimu, siekiant susisteminti abstrakčias gamybos technologijų taisykles. Itin daug laiko buvo skirta rinkos, į kurią orientuotas kuriamas produktas, analizei.

## 1.2. Tikslas

Magistrinio darbo tikslas yra išanalizuoti principinius gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo metodus bei schemas, jas praktiškai pritaikyti programinės įrangos, skirtos projektuoti tokius gaminius kaip vitrinos, langai, durys, tobulinimui. Suprojektuoti bei realizuoti lankstų gaminio grafinio-informacinio modelio valdymo, technologinių duomenų bei taisyklių specifikavimo mechanizmą. Programinę įrangą turėtų būti galima priderinti kiekvienai langų bei durų gamyba užsiimančiai įmonei.

Esami ankstesnės sistemos versijos klientai prie turimo funkcionalumo turi gauti daug greičiau veikiančią ir netaisyklingas gaminių konstrukcijas projektuojantį programinį sprendimą.

Naujiems sistemos klientams, neturintiems panašios programos, turi būti pasiūlytas jų gamybos procesus pilnai automatizuojantis produktas.

Kiti projekto tikslai bei realizuojamas funkcionalumas (duomenų sinchronizavimas su duomenų baze, gamybos planavimas, cecho logistika, medžiagų supjovimo optimizavimas ir kt.) šiame darbe nedetalizuojami. Už juos atsakingi kiti projekto vykdytojai.

## 1.3. Pateikimas

Dokumentas skirtas apibrėžti magistro darbo problemą, pateikti galimus sprendimus ir juos išanalizuoti, pasirinkti sprendimą, pagal pasirinktą sprendimą atlikti eksperimentą: pateikti sistemos projektą, tyrimą, rezultatus bei išvadas.

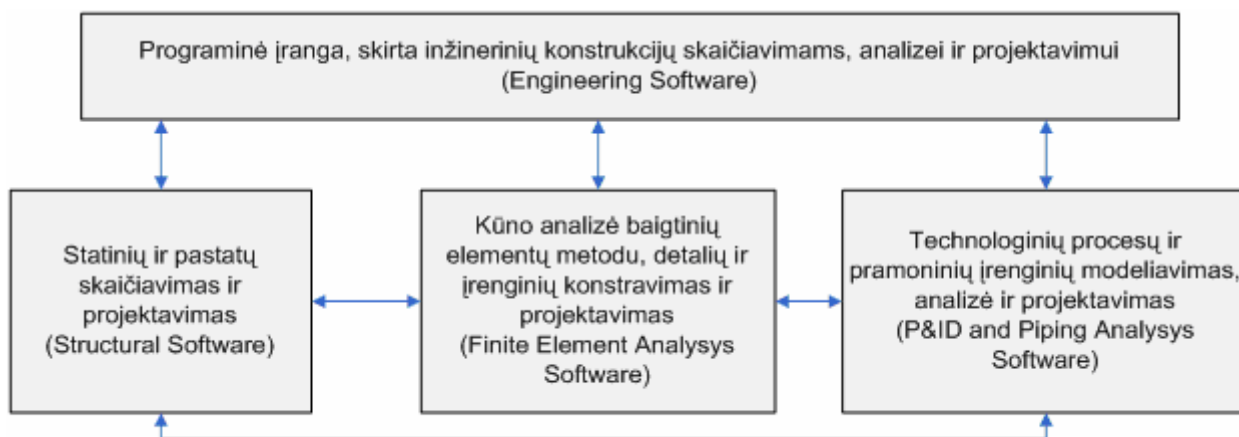
Taikymo srities, projektuojamos sistemos, problemų sprendimo būdų analizė, metodų bei technologijų pasirinkimo pagrindimas pateikiami *analitinėje* dokumento dalyje. Esminiai sukurtos programinės įrangos techninės-projektinės dokumentacijos aspektai pateikiami *projektinėje* dalyje. Programinio sprendimo kokybės tyrimas dokumentuotas *tyrimo-eksperimentinėje* dalyje. Dokumento *prieduose* pateikiami prototipų analizės bei programinės įrangos tyrimo rezultatai.

## 2. ANALITINĖ DALIS

### 2.1. Rinkos analizė

Siekiant susipažinti su produkto taikymo sritimi buvo atlikta išsami panašių problemų sprendimui skirtų produktų analizė. Ją atlikus galima daryti tokias išvadas: dabartinėje pasaulio rinkoje vienetinės gamybos automatizavimo sprendimų yra pakankamai nemažai. Juos galima skirstyti į dvi kategorijas [1-2]:

- Bendrosios sistemos. Tokios kompiuterinio projektavimo (CAD) sistemos pasižymi patogia vartotojo sąsaja, galinga vidine programavimo kalba, atvira architektūra. Šioms programoms yra sukurta daugybė įvairių uždavinių sprendimo priedų. Tokios sistemos kuriamos galingos grafinės platformos bazėje, pavyzdžiui, AutoCAD ir MicroStation, turinčių daugybę specializuotų priedų įvairioms projektavimo bei gamybos valdymo procesų dalims. Dažnai šių specializuotų priedų kūrėjai, nepriklausomos firmos, laikui bėgant yra nuperkamos ir tampa korporacijų dalimis (Autodesk-Softdesk), arba strateginiais partneriais (Bentley-Jacobus). Tačiau šios sistemos yra sudėtingos, itin brangios bei nepaskirstytos;
- Specifinei taikymo sričiai pritaikytos sistemos, skirtos inžineriniams skaičiavimams, analizei ir konstrukcijų projektavimui. Šioje didelėje programų grupėje santykinai galima skirti tris glaudžiai tarpusavyje susijusias šakas:



2-1 pav. Programinės įrangos, skirtos inžineriniams skaičiavimams, analizei ir konstrukcijų projektavimui, klasifikavimas

Šios grupės programos turi vidines originalias grafines aplinkas ne tik duomenims įvesti, bet ir rezultatams atvaizduoti bei analizuoti. Darbui palengvinti konstrukcinių elementų savybės

priskiriamos iš vidinių duomenų bazių ir bibliotekų. Apkrovų įvedimas ir aprašymas atliekamas automatinio generavimo režimu arba patogiu grafiniu būdu. Pagrindinis šių programų ypatumas tas, kad jos skirtos ne tik skaičiavimo, bet ir projektavimo uždaviniams spręsti. Tokio tipo programiniai sprendimai yra paskirstyti ir leidžia sujungti projektavimo ir gamybos valdymo aspektus.

Šiuos specializuotus produktus taip pat galima skirstyti pagal kainą:

- Vieni jų labai brangūs, siūlantys daug daugiau funkcijų, negu reikia smulkioms gamybinėms įmonėms. Tokio tipo programinė įranga yra universali, ją dažniausiai galima priderinti prie bet kokių gamybos technologijų;
- Kiti, savo kaina prieinami, tačiau sunkiai pritaikomi konkrečios įmonės poreikiams produktai. Tokio tipo sistemos dažniausiai orientuotos į konkrečios įmonės veiklą ir bandant ją adaptuoti kitiems klientams susiduriama su vienokiais ar kitokiais sunkumais;
- Galima būtų skirti ir trečią kategoriją – tai nemokami programiniai sprendimai. Terminas „nemokamai“ analizuojant tokio tipo sistemas dažniausiai reiškia tai, jog sprendimus platina įmonės, tiekiančios gamybinėms įmonėms langų, durų ar kitų konstrukcijų gamybai reikiamas medžiagas (pvz., profilius, apkaustus ir pan.). Tokio tipo programinė įranga pritaikoma tik darbui su tiekėjo produkcija ir yra nemokama arba parduodama už simbolinę kainą.

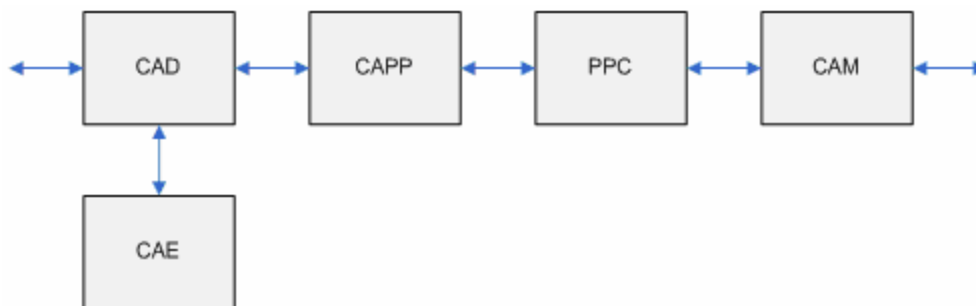
Lietuvos rinkoje langų, durų ir kitų panašių konstrukcijų vienetinę gamybą automatizuojančių programinių sprendimų pasirinkimas nėra didelis, tačiau Lietuvos langų bei durų gamintojai vis tik dažniausiai linkę pasirinkti lietuviškus programinius sprendimus. Yra keletas įmonių, kurios yra nusipirkę užsienio gamintojų programinę įrangą, tačiau ją naudoja tik dėl to, jog konkrečių jiems reikiamų funkcijų negali atlikti lietuviškos sistemos. Gamybinių įmonių pasirinkimą naudoti lietuvišką programinę įrangą tikriausiai lemia vienas ir pagrindinis faktorius – tokio tipo sistemos reikalauja itin daug palaikymo darbų: keičiasi gamybos taisyklės, gamybai pradedama naudoti naujos medžiagos ir pan. Yra daug patogiau, kada sistemą aptarnaujantis personalas yra toje pačioje šalyje. Be to, užsienio firmos, platinančios panašaus pobūdžio sprendimus, už palaikymo darbus ima daug didesnius pinigus.

Išsami langų, durų ir panašių gaminių projektavimui bei įvertinimui skirtų sistemų analizė pateikta dokumento 8.1 skyrelyje esančiame priede.

## 2.2. Taikymo srities analizė

### 2.2.1. Kompiuterinio projektavimo samprata

Santrumpa CAD (angl. *Computer Aided Design*) reiškia kompiuterinį projektavimą arba projektavimą kompiuteriu. Iki šiol vyrauja nuomonė, kad brėžinių braižymas kompiuteriu ir yra kompiuterinis projektavimas. Daug kas mano, kad CAD yra ne kas kita, kaip populiarios grafinės aplinkos programos AutoCAD sutrumpintas pavadinimas. Iš tikrųjų automatizuoto projektavimo sąvoka yra daug platesnė. Šiandien CAD santrumpa jau neatspindi šiuolaikinio kompiuterinio projektavimo, inžinerinių sistemų ir gamybos procesų valdymo galimybių visumos [4-5]. Skirstoma dar smulkiau [6]:



2-2 pav. Kompiuterinio projektavimo koncepcija

CAE – (angl. *Computer Aided Engineering*) – CAD pagalba suprojektuotų konstrukcijų analizė;

CAM – (angl. *Computer Aided Manufacturing*) – kompiuterizuota gamyba, gamybos procesų kompiuterizavimas;

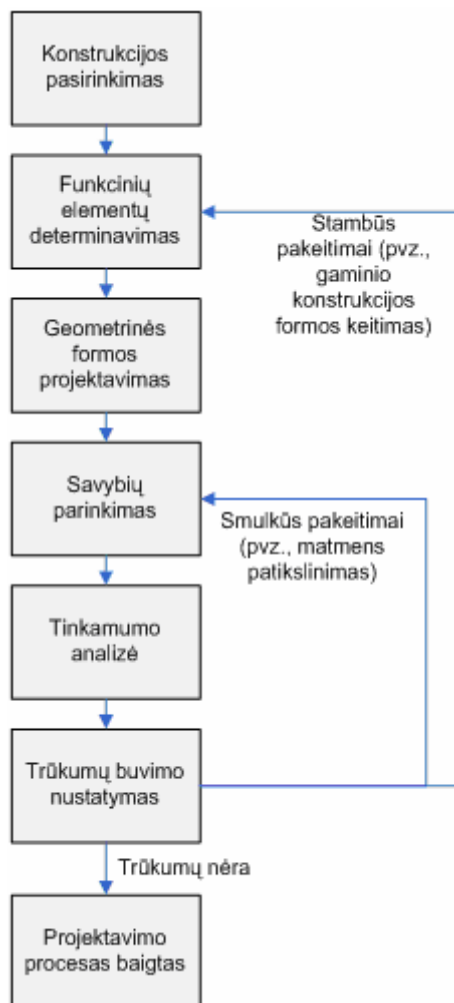
CAPP – (angl. *Computer Aided Process Planning*) – kompiuterizuotas gamybos skirstymas į procesus, gamybos įrankių parinkimas;

PPC – (angl. *Production Planning and Control*) – konkrečių gamybos procesų planavimas, tvarkaraščio sudarymas.

Šiuolaikinis automatizuotas, tiksliau sakant, kompiuterinis projektavimas – tai tikra mokslinė sritis, kuri remiasi objektinio modeliavimo metodologija: nuo idėjos – iki realaus objekto. Vadovaujantis šia metodologija, kompiuterinio projektavimo sąvoka apima ištisą veiksmų seką. Geometrinė ir ne geometrinė gaminio informacija turi būti modeliuojama kartu ir saugoma vienoje duomenų struktūroje, tam kad patenkinti projektavimo proceso keliamus reikalavimus [3]. Projektavimo procesas prasideda nuo nagrinėjamo objekto (detalės, statinio, inžinerinės sistemos) virtualios formos arba modelio sukūrimo, aprašant visus realiam objektui būdingus fizikinius

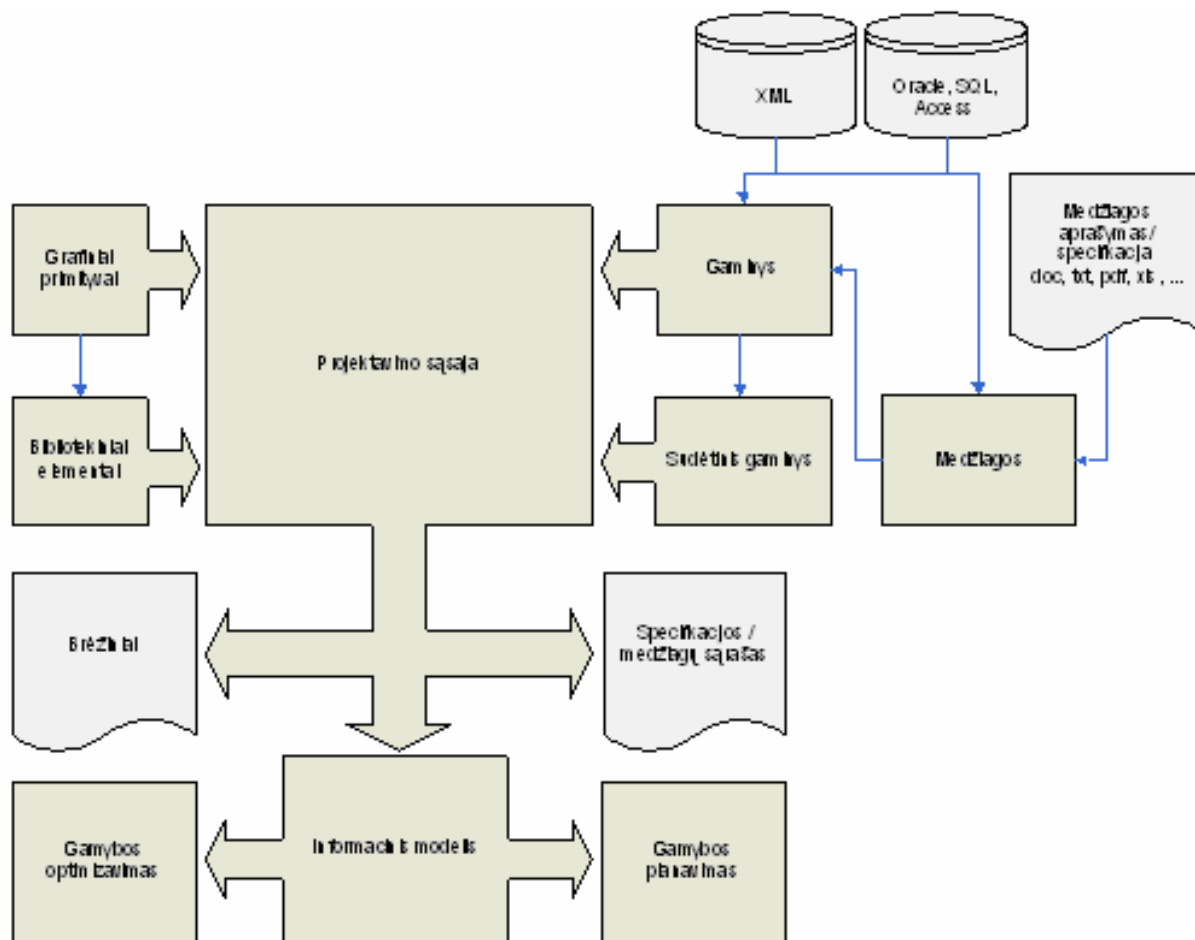
parametrus bei savybes (tankį, atsparumo ir deformacines charakteristikas, šilumines konstantas ir kt.), apibūdinant jo ryšio su kitais objektais sąlygas (atramas, mazgus arba sąveiką su kitais objektais). Vėliau, sukūrus kuo panašesnes į realias eksploatacijos sąlygas, atliekama modelio elgsenos analizė – aprašomi įvairaus pobūdžio poveikiai (statinės ir dinaminės apkrovos, temperatūros ir drėgmės pokyčiai, vidinis slėgis ir kt.), nagrinėjami gauti rezultatai (reakcijos, įtempimai ir deformuotas būvis). Šios analizės pagrindu priimami konstrukciniai sprendimai, ieškoma optimalių sprendimų, daroma projekto korektūra [7].

Žemiau pateikiamos pagrindinės kompiuterinio projektavimo fazės [9]:



2-3 pav. Kompiuterinio projektavimo fazės

Baigus konstrukcijos projektavimo procesą, gauti rezultatai pateikiami įprastine techninės dokumentacijos forma – generuojami brėžiniai, detalizuojami mazgai ir elementai, sudaromos specifikacijos bei sąmatos [7].

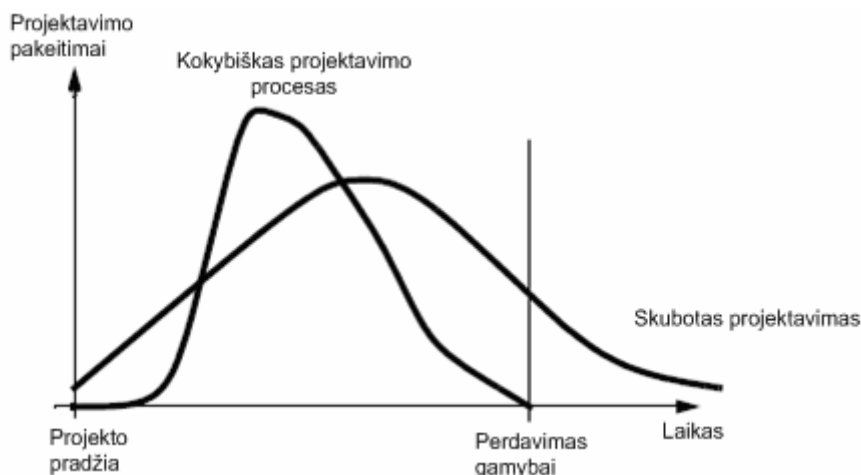


2-4 pav. Virtualaus grafinio-informacinio modelio sukūrimo ir naudojimo schema

2.4 pav. iliustruotas abstraktus gaminio grafinis-informacinis modelis, kurio koncepciją galima apibūdinti taip:

- Sukurti objekto projektavimo, gamybos ir eksploatacinio valdymo strategiją, pagrįstą kompiuterinėmis objekto ir jo sukūrimo procesų modeliavimo technologijomis;
- Užtikrinti grafinių ir informacinių duomenų srautų integruotą valdymą, kuris leistų suderinti virtualiąją grafiką (CAD) su informaciniais srautais (DB) ir procesų aprašymais, visa tai atliekant vieningoje programinėje terpėje;
- Atskirus vykdytojus paversti komandomis, išsklaidytas priemones – kompleksiniais sprendimais, o atskirus uždavinius sujungti į procesus;
- Geriau, pigiau, greičiau vykdyti gaminio gyvavimo ciklo operacijas.

Itin svarbu atkreipti dėmesį į kompiuterinio projektavimo kokybę. Kokybiškas ir išbaigtas projektavimas veda prie kokybiškų gamybos rezultatų [9]:



2-5 pav. Kokybiško projektavimo proceso privalumai

### 2.2.2. Ekonominių gaminio parametrų įvertinimo koncepcija

Didelę projektavimo dalį sudaro (ar bent jau turi sudaryti) gaminio ekonominės pusės įvertinimas, visų pirma, - tikslios (objektyvios) gamybos kainos (sąmatos) skaičiavimas. Dažniausiai konstrukcinė projekto dalis būna griežtai atsieta nuo ekonominės, todėl projektuotojas neturėdamas priemonių bei galimybių (pavyzdžiui, dėl laiko apribojimų) objektyviai įvertinti gaminio kainos, palyginti variantų, paprasčiausiai jos ir nevertina. Tačiau vėliau, jau praktiškai priėmus sprendimą gaminti būtent tokį užsakymą ir pabandžius įvertinti jo kainą, paaiškėja, kad ji gerokai skiriasi (dažniausiai būna didesnė) nuo tos, kurią įsivaizduoja užsakovas. Tuomet tenka ieškoti ekonomiškesnių sprendimų, perdaryti projektą, vėl vertinti rezultatus ir t. t. [8]. Norint išvengti tokių nesusipratimų būtina automatizuoti šį procesą, pasiūlyti projektuotojui interaktyviai įvertinti gaminio kainą. Tai pakankamai sudėtingas procesas reikalaujantis šių dalykų įvertinimo:

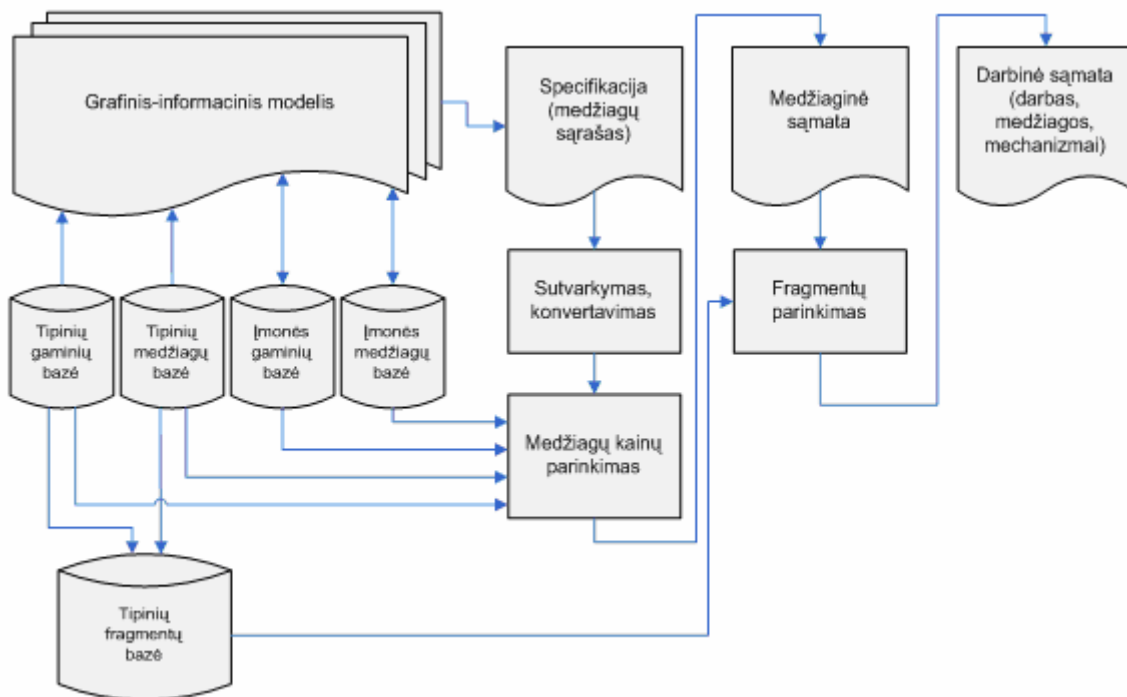
- Sukurti vieningą tipinių konstrukcinių elementų bei medžiagų klasifikatorių. Be tokio klasifikatoriaus projektuotojas vargu ar galėtų tvarkingai aprašyti konstrukcinius elementus, nurodyti jų medžiagų sudėtį – taip, kad vėliau kitas žmogus, skaitantis projekto dokumentaciją (brėžinius, specifikaciją), galėtų vienareikšmiškai nustatyti, kokie tai elementai. Be to, toks formalus klasifikatorius nepamainomas vėliau sudarant sąmatas;
- Išspręsti sąmatų sudarymo ir projektavimo programų integraciją (specifikacijų eksportas į „sąmatinį“ formatą);



- Išspręsti automatizuoto medžiagų kainų skaičiavimo problemą. Jei projektuotojas nenumato kitaip, medžiagos automatiškai susiejamos su vidutinėmis rinkos kainomis (arba su bet koku „firminiu“ kainininku, pvz., konkretaus tiekėjo, gamintojo ir pan.);
- Išspręsti automatizuoto sąmatinių fragmentų parinkimo tipinio elemento įgyvendinimo (gamybos, montažo) darbams įvertinti. Sąmatinis fragmentas – tai parametrais apibrėžtu bendrų normatyvų grupė, arba kitaip – parametrinė sąmata, kurioje yra numatyti visi reikalingi darbai ir resursai, apskaičiuoti pagal konstrukcinio elemento savybes.

Išsprendus šiuos uždavinius, projektuotojas gali įvertinti gaminio ar atskirų jo dalių ekonomines sąnaudas pasirinktu detalumo lygiu – nuo „grynų“ medžiagų specifikacijų iki beveik baigtų sąmatų, kuriose įvertinta darbo jėga, visos papildomos medžiagos, reikalingi mechanizmai, kitos išlaidos [7].

Trumpa pavyzdinė darbo schema, sudarant gaminio sąmatą [8]:

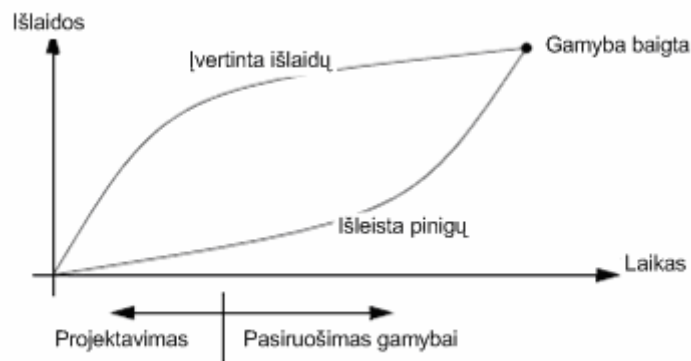


2-6 pav. Automatizuotas sąmatų generavimas

- Sukuriamas gaminio virtualus grafinis-informacinis modelis. Projektuotojas naudoja tipinių gaminių ir medžiagų katalogus (klasifikatorius);
- Sukuriama specifikacija (gaminiiui pagaminti reikiamų medžiagų sąrašas);

- Kuriama nauja sąmata, importuojant duomenis iš specifikacijų, automatiškai pertvarkant duomenis pagal gaminių ir medžiagų kodus bei parenkant medžiagų kainas iš statistinių ar firminių kainininkų;
- Parenkami „gaminių atlikimo darbai“ – sąmatiniai fragmentai (visi reikalingi fragmento aprašymo parametrai – konstrukcinio elemento aukštis, plotis, storis, svoris ir pan. yra specifikacijoje);
- Sąmatininkas galutinai sutvarko sąmatą. Iš programiniu būdu sudarytos sąmatos neretai tenka padaryti realią sąmatą, t. y. galutinai sureguliuoti kainas, įvesti, jei reikia, papildomų darbų, ar pašalinti nereikalingus ir t. t. Ši sąmata gali skirtis nuo pradinės, tačiau laikydamasis tam tikrų taisyklių projektuotojas nepraranda galimybės vėliau automatiškai perskaičiuoti sąmatą, jei pasikeitė modelis (medžiagų kiekiai, pačios medžiagos ir pan.).

Bendru atveju jau pačioje gaminio projektavimo pradžioje įvertinama didžioji dalis galutinių projekto išlaidų. Grafinė įvertintų išlaidų ir laiko priklausomybė gaminio gyvavimo cikle pateikta 2-7 paveikslėlyje [9]:



2-7 pav. Projekto kaštų įvertinimas gaminio gyvavimo ciklo metu

### 2.2.3. Kompiuterinio projektavimo programinės įrangos pasirinkimo kriterijai

Pasirinkti kompiuterinio projektavimo programinę įrangą iš tiesų nelengva. Kai kas renkasi programas kruopščiai lygindamas jų galimybes bei tikrindamas funkcionalumą. Kai kas, paveiktas reklamos, renkasi impulsyviai. Dar kiti – aklai, tiesiog todėl, kad „kiti taip daro“.

Žvalgantis programinės įrangos, būtina laikytis tam tikrų taisyklių. Pirmiausia reikia suformuluoti pagrindinius reikalavimus – žinoti, kokios kompiuterinio projektavimo sistemos mes norime, arba tiesiog išskirti kriterijus, kuriuos ji turėtų tenkinti. Tokių kriterijų gali būti daug, bet svarbiausia nustatyti pirmaeilius. Pabandydysime keletą jų išvardyti. Pradėkime nuo teiginio, kad šiuolaikinė kompiuterinio projektavimo sistema turi tenkinti nuolatinio projektavimo technologijų poreikius [4-5]:

- „Horizontalios krypties“, t. y. turi apimti visas projektavimo dalis bei etapus, garantuoti, kad duomenys būtų perduodami sklandžiai pagal technologinę projektavimo grandinę;
- Funkcionali, maksimaliai tenkinanti specifinės srities reikalavimus bei poreikius ir kartu – universali. Reikia vengti labai specializuotų, uždarų sistemų – jų galimybės būna ribotos. Galų gale, pagalvokim apie bendradarbiavimą su „cecho“ kolegomis ir partneriais, kurie naudojami kitomis projektavimo sistemomis bei bylų formatais;
- Integrali, kad standartinių bylų formatais būtų galima pasikeisti duomenimis su kitomis projektavimo sistemomis. Svarbiausia – turi sugebėti perduoti duomenis iš grafinių bei modeliavimo sistemų į skaičiavimo ir projektavimo sistemas;
- Atvira plėtrai pagal vartotojo poreikius, naujų funkcijų programavimui, aplikacijų kūrimui, lanksčiai suderinama pagal tarptautinius, valstybinius, žinybinius, įmonės ir kitus standartus;
- Nuolat tobulintina – tiek atnaujinant versijas, tiek jos funkcijas išplečiant papildomais moduliais. Dėl to galima pradėti nuo „mažo sprendimo“, tenkinančio būtiniausius poreikius, ir pasiekti reikiamą automatizaciją, palaipsniui išplečiant jos ribas;
- Stabili, ilgaamžė ir patikima, t.y. nekeičianti formato, grafinio matematinio branduolio, pagal galimybes nenaudojant „trečiųjų firmų“ užpatentuočių algoritmų ir technologijų; - lengvai perprantama, turinti gerą techninę priežiūrą (įskaitant jas sukūrusių firmų specialistų konsultacijas). Pati geriausia, galingiausia, bet sudėtinga arba neaptarnaujama sistema yra beprasmė investicija.

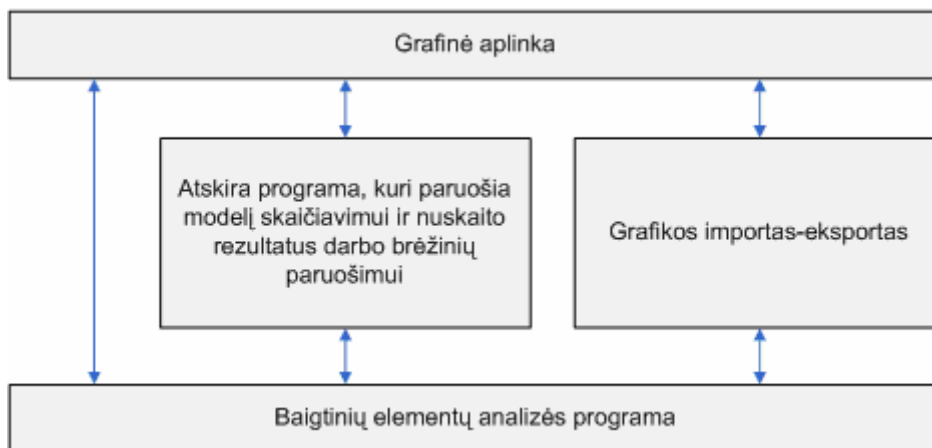
#### 2.2.4. Integruotos projektavimo sistemos kūrimo principai

Dažniausiai projektavimo sistemos kuriamos vadovaujantis principu, kad prie bazinės platformos yra ruošiami priedai atskiroms projekto dalims atlikti. Paprastai tokia bazinė platforma tai kompiuterinė projektavimo (CAD) vidutinės klasės programa. Tai leidžia konstruktoriui vienam projekte jungti uždavinių sprendimą, susijusį ne tik su kompiuteriniu projektavimu, bet ir atlikti gilesnę konstrukcijų skaičiavimo analizę.

Šiuolaikinės CAD sistemų vystymosi tendencijos pasireiškia įvairaus lygio integracija tarp grafinių aplinkos ir inžineriniams skaičiavimams bei analizei skirtų programų. Toks "susilieėjimas" leidžia panaudoti galingas grafinės aplinkos galimybes skaičiuojamojo modelio sukūrimui arba tiesiog "perkelti" jį į analizės programą iš architektūrinių brėžinių. Savo ruožtu skaičiavimo ir projektavimo eigoje gauti rezultatai automatiškai priskiriami modelio konstrukciniams elementams, kurie toliau gali būti detalizuojami iki darbo brėžinių, mazgų konstravimo lygio. Specifikacijų lentelės generuojamos automatiškai ir bet koks grafinis pakeitimas atsiliepia medžiagų kiekių skaičiavimams. Tokiu būdu kuriama ištisinio projektavimo technologinė linija. Be abejo, šios kompiuterinio projektavimo technologijos išbaigtumas priklauso nuo sisteminės integracijos lygio [2].

Skiriami trys CAD sistemų tarpusavio integracijos lygiai [1]:

- Pilna integracija, kai skaičiavimo branduolys "įsiūtas" į grafinę aplinką. Skaičiuojamasis modelis gali būti sukurtas ir aprašytas grafinės aplinkos programoje, skaičiavimai ir gautų rezultatų analizė atliekami neišeinant iš jos;
- Integracija per tarpines programas ("besiūlė" integracija). Skaičiuojamasis modelis sukurtas ir aprašytas trečioje programoje, kuri savo ruožtu integruojasi su bazine grafine aplinka ir su skaičiuojamuoju branduoliu;
- Integracija per eksporto – importo formatus. Skaičiuojamasis modelis gali būti sukurtas grafinėje aplinkoje, perkeltas į skaičiavimo ir analizės programą įvairių grafinių DFF/DWG, DGN, PARASOLID, IGES, STEP, SAT ir kitų formatų pavidalu.



2-8 pav. Galimi principiniai integracijos tarp grafinių platformų ir analizės bei skaičiavimų programų lygiai

### 2.3. Verslo sistemų integravimo technologijos

Nė viena verslo valdymo sistema negali tiksliai patenkinti visų verslo poreikių. Informacinius įmonės išteklius reikia derinti, kad IS skatintų, o ne stabdytų įmonės plėtrą.

Dėl šių ir kitų priežasčių susiformavo verslo informacinių sistemų integravimo produktų rinka. Pasiūlyta infrastruktūra, leidžianti sparčiau ir efektyviau panaudoti įmonės išteklius atsižvelgiant į rinkos sąlygas.

Verslo IS platformos skiriasi integravimo lygiu. Numatyta tokia integravimo lygių hierarchija: platformų, duomenų, informacijos, vidinių procesų ir išorinių procesų integravimas [14-15]. Aukštesnio lygmens funkcijoms reikalingos žemesnių lygių savybės, todėl sprendimai pasitelkus aukštesnių lygmenų funkcijas atsirado vėliau.

#### 2.3.1. Integravimas transporto lygmeniu

Šis lygmuo dar kitaip vadinamas platformų suderinamumo lygmeniu, nes jam priskiriami komunikacijų protokolai ir standartais paremtos technologijos, taikomos heterogeninėms sistemoms – skirtingos architektūros techninei įrangai, operacinėms sistemoms ir taikomosioms programoms susieti. Šiam lygmeniui priklauso duomenų perdavimo kanalais (angl. *Sockets*) technologija.

Kanalai – tai žemojo lygmens programinė abstrakcija, suteikianti galimybę perduoti duomenis tarp to paties arba tolimojo kompiuterio procesų. Šio lygio mechanizmu nepatogu naudotis, kai reikia perduoti sudėtingus duomenis, pavyzdžiui objektus. Nepaisant šio trūkumo, tai labai naudingas infrastruktūros sluoksnis, turėjęs didelės įtakos aukštesnio abstrakcijos lygio procesų komunikavimo technologijų atsiradimui [14].

Transporto lygiui priskiriamos pranešimų perdavimo sistemos (angl. *Message-Oriented Middleware* – MOM), padedančios taikomosioms programoms bendrauti asinchroniškai. Viena programa pranešimus rikiuoja į eilę, o kai kita programa, kuriai tas pranešimas skirtas, atsilaisvina, tarpininkaujanti sistema pranešimą persiunčia adresatui. Jei tokio tarpininko nebūtų, kiekviena pranešimą siunčianti programa turėtų pati rūpintis, kad duomenys būtų sėkmingai priimti.

Norint įdiegti skirtingas platformas, būtinas bent transporto lygmuo, apimantis komunikacijų protokolus, pranešimų eiles ir pranešimų tarpininkus.

### **2.3.2. Integravimas duomenų lygmeniu**

Terminas „integravimas duomenų lygmeniu“ (angl. *Data-level integration, data-based integration*) pirmiausia naudojamas projekto pobūdžiui ir apimčiai nusakyti. Kai įmonės verslo valdymo informacinę sistemą sudaro nedaug programų, dažniausiai apsiribojama integravimu duomenų lygmeniu. Tai daugiau taktinis nei strateginis sprendimas.

Kadangi integruojamos jau turimos programos ir jų skaičius bei duomenų formatai yra žinomi, pakanka, kad kiekvienos programos duomenimis galėtų naudotis kita programa. Taigi rašomos duomenų importo, eksporto ar konvertavimo procedūros arba atskiros programos.

Šiam lygmeniui priskiriama struktūrizuota užklausų kalba SQL (angl. *Structured Query Language*), X/Open CLI specifikacijos realizavimo (Microsoft ODBC, Sun Microsystems JDBC) ir duomenų bazių integravimo sprendimai. Drauge su DB valdymo sistemomis pateiktos įvesties, išvesties ir transformavimo priemonės buvo pirmieji tokio tipo gaminiai. CLI specifikacija suteikė galimybę naudotis sąryšine duomenų baze, nepaisant to, kokia yra RDBVS [14].

### **2.3.3. Integravimas informacijos lygmeniu**

Sprendimas verslo valdymo sistemas integruoti aukštesniu nei duomenų lygmeniu turi strateginės reikšmės. Šis būdas taikomas tada, kai tenka integruoti didesnę kiekį taikomųjų programų.

Tokia galimybė atsirado tik tada, kai tapo įmanoma verslo programas praplėsti ar suderinti naudojant programavimo sąsają (angl. *Application Programming Interface* – API) – funkcijų, leidžiančių verslo informacija manipuluoti kur kas aukštesniu lygmeniu, nei buvo įprasta naudojant paprastas DB integravimo priemones, biblioteką.

Nuotolinio procedūrų sužadavimo (angl. *Remote Procedural Call* - RPC) technologija yra funkcinės orientacijos programavimo sąsaja, duomenų perdavimo kanalais mechanizmą pakelianti į aukštesnį abstrakcijos lygmenį. Naudojant RPC, pagal funkcijos aprašą sugeneruojamas kodas. Jis suteikia galimybę naudotis funkcija neatsižvelgiant į tai, kad ji duomenis perduoda ir rezultata gauna kanalu, galinčiu priklausyti ir tolimajai tarnybinei stočiai. Toks veikimo principas vadinamas „nepriklausomumu nuo vietos“ (angl. *Location transparency*).

RPC veikia kaip pagrindinė technologija kliento-tarnybinės stoties architektūros programoms plėtoti. Į organizacijos OSF (angl. *Open Software Foundation*) paskelbtą specifikacijų rinkinį įtrauktas ir RPC standartas. Nors jis nebuvo labai populiarus, tačiau turėjo įtakos kitų panašios paskirties protokolų (X/Open CLI, Microsoft DCOM, Java RMI, W3C SOAP) kūrėjams [14].

Kai programavimo sąsajos (API) buvo aprašytos objektiškai, dėl objektinės paradigmos principų supaprastėjo integravimas informacijos lygmeniu, o duomenų slėpimas, inkapsuliacija, sumažino tikimybę sugadinti duomenis. Dėl objektų paveldimumo ir polimorfizmo savybių supaprastėjo programavimo sąsaja. Sistemų integravimas naudojantis objektiškai orientuota programavimo sąsaja kartais vadinamas integravimu metodų lygmeniu (angl. *Method-based integration*).

Tolesnis etapas – komponentinis programavimas (angl. *Component-based development* - CBC), kai objektinė paradigma papildoma nekintamos sąsajos (angl. *Immutable interface*) principu. Tokia sąsaja suprantama kaip komponento ir jo metodus taikančių programų bendradarbiavimo sutartis [11].

Komponentinė paradigma turėjo įtakos paskirstytos architektūros programų atsiradimui, tad tapo įmanoma komponentus integruoti komponentų lygmeniu. Tokios platformos pagrindas yra programų tarnybinė stotis (angl. *Application server*), atliekantis apkrovų balansavimo, komponentų išankstinio parengimo, sesijų ir transakcijų valdymo, saugumo užtikrinimo ir kt. funkcijas.

#### **2.3.4. Integravimas organizacijos vidinių procesų lygmeniu**

Verslo procesams valdyti reikalingas visapusiškas įmonės darbo vaizdas. Programų projektuotojams įprasto informacijos srautų aprašo nepakanka – jiems reikalingas ir procesų srauto aprašas, tiksliai atspindintis procesų ir transakcijų būsenos kaitą.

Šio integracijos lygmens specifikacijos nebaigtos, tad kiekvienas integravimo platformos tiekėjas siūlo nestandartinius sprendimus.

Apskritai verslo procesų integravimo platforma dažniausiai suteikia galimybę valdyti verslo procesų modeliavimą, automatizavimą ir darbų srautus. Ji leidžia daugelio skirtingų taikomųjų programų ir žmonių atliekamus darbus pateikti kaip vieną bendrą verslo procesą [15].

Į verslo procesų modeliavimo technologijas (angl. *Business Process Modeling* - BPM) įdiegtos verslo procesų specifikavimo (dažniausiai – remiantis grafine notacija) priemonės. Paprastai jos naudojamos tik procesams modeliuoti, o tiesioginės įtakos įmonėje vykstantiems procesams neturi. Tipinė procesų modeliavimo priemonė padeda sukurti diagramą, vaizduojančią procesus, išteklius (žmogaus ir informacinius), informacijos srautus ir jų koordinavimo logiką. Jei procesas sudėtingas, galima išskirti subprocesus ir juos modeliuoti atskirai. Subprocesų aprašus taip pat galima naudoti pakartotinai, modeliuojant kitus verslo procesus [14].

Darbų srautų valdymo technologija (angl. *Workflow Management*) paremtos priemonės padeda automatizuoti verslo procesus, kuriems reikalinga žmogaus pagalba. Pagrindinė šiai kategorijai priklausančių priemonių funkcija – vykstant verslo procesui pateikti naudojamus dokumentus atsakingiems žmonėms, kad jie priimtų sprendimus, kurių negalima suformuoti automatiškai. Darbų srautų valdymo sistema (angl. *Workflow Management System*) sudaro programiniai komponentai, galintys saugoti ir interpretuoti verslo procesų aprašus, sukurti ir valdyti procesų egzempliorius, koordinuoti jų sąveiką.

#### **2.3.5. Integravimas išorinių procesų lygmeniu**

Tolesnis etapas – sudaryti galimybę integruoti verslo partnerių ir klientų informacines sistemas ir sumažinti rankų darbo poreikį. Tarporganizacinė integracija dažniausiai siejama su XML ir EDI (angl. *Electronic Data Interchange*) technologijomis. Tai iššūkis, kurį turi priimti visi suinteresuoti asmenys: įmonės tiekėjai, partneriai bei klientai. Galima paminėti keletą tokios integracijos kliūčių [14]:



- Nestandartinės (angl. *Proprietary*) programavimo sąsajos. Skirtingi verslo IS integravimo sprendimai paremti skirtinga logika: nesutariama, kas yra procesas, koku būdu turi būti pateiktos duomenų transformavimo ir darbų srautų valdymo taisyklės. Įmonės priverstos naudotis tik vieno sprendimų tiekėjo produktais; siauros specializacijos integravimo konsultantų paslaugos brangiai kainuoja, o integravimo sprendimai nebūna labai lankstūs;
- Problemos bandant suderinti skirtingų programų duomenų modelius, transakcijų valdymo logiką ir saugumo politiką;
- Sunkumai atskiriant taikomųjų programų modulių funkcijas, kad būtų galima pateikti modulius kaip savarankiškus komponentus;
- Nepakankamas nuolat didėjančių poreikių tenkinimas.

## **2.4. Metodų ir technologijų pasirinkimas**

### **2.4.1. Dinaminis sistemų kūrimo metodas**

Jau 40 metų verslininkai ieško efektyvių priemonių automatizuoti kanceliarinį darbą. Tiek pat metų prireikė suprasti, kad verslo poreikiai greitai kinta ir todėl juos tiksliai apibrėžti neįmanoma. Paskutinius 15 metų programavimo specialistai intensyviai ieškojo naujų, efektyvesnių programų kūrimo technologijų, kurios geriau tenkintų verslo poreikius. Viena naujausių technologijų – tai Dinaminis sistemų kūrimo metodas (DSDM) buvo sukurtas Anglijoje. Šis metodas praktiškai šioje šalyje tapo greito programinių sistemų kūrimo (RAD) technologiniu standartu.

DSDM esmė trumpai apibūdinama taip: nuoseklus vis naujų programų prototipų kūrimas, darbo eigoje su vartotojų pagalba išsiaiškinant reikalavimus programai. Laiko limitas ir kiti turimi resursai apsprendžia, kokios funkcijos bus kuriamoje programoje. Tokios nuostatos visiškai skiriasi nuo tų programų kūrimo technologijų nuostatų, kur funkciniai reikalavimai programai lemdavo darbui reikalingų resursų apimtį, tame tarpe ir laiko sąnaudas, reikalingas programai sukurti. Dažnai programa morališkai pasendavo, dar jos nebaigus sukurti.

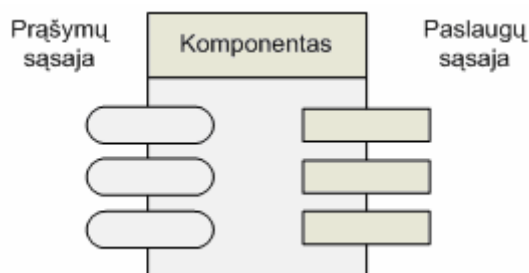
Programos jau dabar gali ir turi būti kuriamos greičiau ir pigiau. Todėl DSDM nagrinėja uždavinį, kaip kuo tiksliau suformuluoti verslo poreikius ir laiku sukurti naudingą, realiai veikiančią programinę sistemą.

Šio darbo metu programinės įrangos kūrimui bus bandoma pritaikyti DSDM metodą. Pasirinkimą lėmė taikymo srities sudėtingumas, didelis funkcinį bei nefunkcinį reikalavimų kiekis bei plati ir dažnai kintanti gamybos technologijų įvairovė.

Platesnę informaciją apie dinaminį sistemų kūrimo metodą galima rasti DSDM konsorciumo interneto puslapyje [10].

### 2.4.2. Komponentinis sistemų kūrimo metodas

Komponentais pagrįstos programinės įrangos inžinerija (CBSE) yra požiūris į programų kūrimą, kuris paremtas pakartotiniu panaudojimu. Ji atsirado kai objektinis programų kūrimas nesugebėjo efektyviai realizuoti pakartotinį panaudojimą. Atskiros objektų klasės yra per daug smulkios ir specifinės. Komponentai yra abstraktesni negu objektų klasės ir gali būti laikomi savarankiškais paslaugų teikėjais. Komponentai teikia paslaugą nepriklausomai nuo to, kur vykdomas komponentas ir nepriklausomai nuo jo programavimo kalbos. Komponentas yra nepriklausoma vykdomoji programos dalis, kuri gali susidėti iš vienos ar daugiau vykdomųjų objektų. Komponento sąsaja yra paskelbta ir visi veiksmai vykdomi per paskelbtą sąsają. Komponento sąsaja yra viskas, kas yra matoma komponento išorėje. Likusi komponento dalis priklauso jo realizacijai. Sąsajos tikslas yra paslėpti realizacijos detales nuo galutinio vartotojo ir atlikti duomenų pasikeitimą tarp komponento ir jo aplinkos. Komponentų dydžiai gali skirtis nuo paprastų funkcijų iki taikomųjų sistemų [11].



2-9 pav. Programinės įrangos komponento koncepcija

- Prašymų sąsaja (angl. *Requires interface*) - apibrėžia paslaugas, kurios nurodo, kokios paslaugas turi būti parengtos komponentui, kad jis galėtų veikti, kaip specifikuotas;
- Paslaugų sąsaja (angl. *Provides interface*) - apibrėžia paslaugas, kurias teikia komponentas kitiems komponentams.

Komponentinis kūrimas gali būti integruotas į standartinį programinės įrangos kūrimo procesą, įtraukiant pakartotinio panaudojimo veiklą į procesą. Visgi pakartotiniu panaudojimu pagrįstam kūrime, sistemos reikalavimai yra modifikuojami, kad atspindėtų prieinamus komponentus. CBSE

paprastai naudoja prototipus arba palaipsnių kūrimą, kai naudojant scenarijų kalbą komponentai "suklijuojami".

Komponentinio kūrimo problemos:

- Komponentų nesuderinamumas gali reikšti, kad kaštų ir tvarkaraščio sutaupymas yra mažesni nei buvo tikėtasi;
- Problemos surasti ir suprasti komponentus;
- Tenka valdyti vystymą kaip reikalavimų pakeitimą situacijose, kai gali būti neįmanoma pakeisti sistemos komponentus.

Konkrečiai šiam projektui pasirinkta naudoti OCX technologiją, leidžiančią kurti nepriklausomus programinius modulius, kurie gali praplėsti kuriamos programų sistemos funkcionalumą. Ši technologija paremta OLE ir COM technologijomis, yra VBX technologijos tęsinys ir ActiveX technologijos pagrindas. OCX komponentai gali būti kuriami bei naudojami tiek įvairiose programavimo terpėse, tiek tinklalapiuose [12].

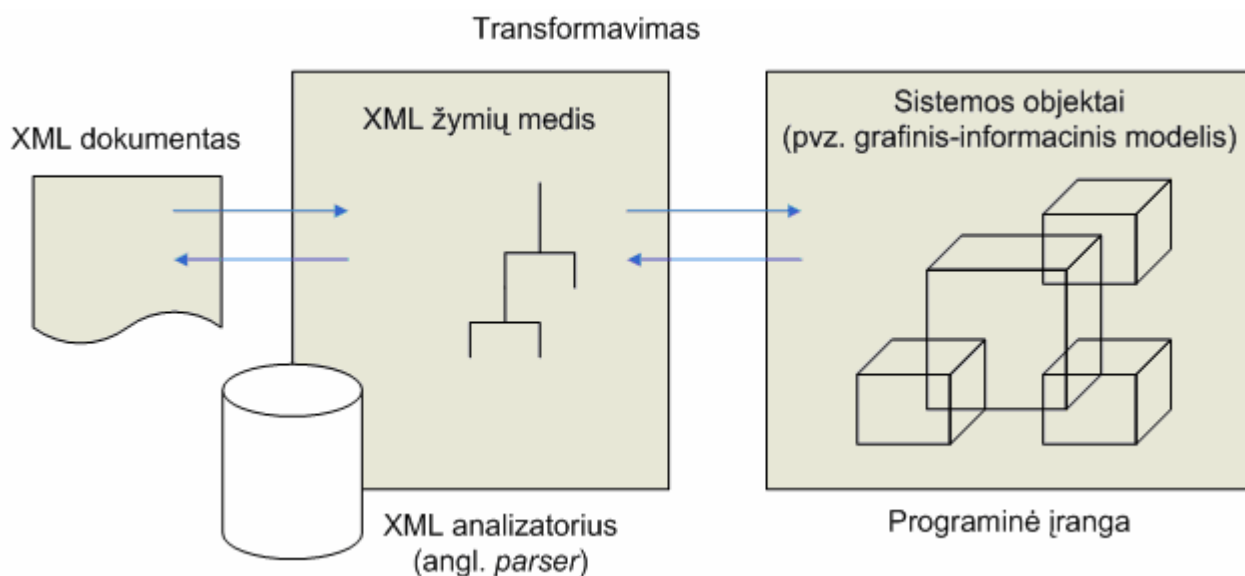
Kadangi nuspręsta, jog naujoji kuriamos sistemos versija turės funkcionuoti tinklalapio principu, Gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo posistemis bus sukurtas kaip OCX komponentas. Vienas gaminių projektavimo OCX komponentas reprezentuos konkrečią gaminių projektavimo technologiją. Taip bus realizuota galimybė tam pačiam vartotojui dirbti su skirtingomis gamybos technologijomis. Pavyzdžiui, jei tam pačiam vartotojui iškils poreikis projektuoti ir įvertinti plastiko bei medžio technologijų gaminius, jo kompiuteryje bus patalpinti du OCX komponentai, kuriuose realizuotos paminėtos technologijos.

#### **2.4.3. Išorinių technologinių duomenų saugojimas bei taisyklių specifikuojimas**

Išoriniams technologiniams duomenims saugoti planuojama naudoti Microsoft Excel paketo dokumentus. Juose bus apibrėžiamos technologinės medžiagos, konstantos bei taisyklės, kokią medžiagą ir kada naudoti. Sistemoje bus realizuota technologinių duomenų importo funkcija, kuri leis sistemos vartotojui perkelti konkrečius duomenis iš Microsoft Excel paketo į Gamybinių užsakymų projektavimo bei valdymo posistemį. Taip pat šio paketo panaudojimas palengvins bei automatizuojant informacijos įvedimo procesą, leis vartotojui pačiam apibrėžti norimas gamybos taisykles, atlikti duomenų analizės funkcijas už sistemos ribų.

#### 2.4.4. Suprojektuotų gaminių saugojimo formatas

Sistemoje suprojektuotų gaminių saugojimui planuojama naudoti XML formatą. XML yra taisyklių rinkinys (galima laikyti jas nurodymais ar susitarimais), kuris leidžia sistematizuoti duomenis. XML palengvina užduotį atvaizduoti duomenis, juos nuskaityti ir įsitikinti, kad duomenų struktūra nėra dviprasmiška. XML išvengia įprastų kalbos sandaros spąstų, yra išplečiama, nepriklauso nuo platformos ir palaiko internacionalizaciją bei lokalizaciją [13]. XML visiškai palaiko Unicode standartą.



2-10 pav. Suprojektuoto gaminio (grafinio-informacinio modelio) saugojimo koncepcija

Vienintelis duomenų saugojimo XML formatu trūkumas gali būti tas, jog XML bylos beveik visada yra didesnės nei tarkime dvejetainių formatų. Šis duomenų padidėjimas veda prie duomenų perdavimo tinklu trukmės ilgėjimo. Šią problemą planuojama spręsti panaudojant bylų archyvavimo priemones.

### **3. PROJEKTINĖ DALIS**

#### **3.1. Sistemos aprašymas**

Gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo programinė įranga – viena iš pagrindinių gamybos valdymo sistemos dalių. Jos paskirtis automatizuoti gamybinių užsakymų projektavimo bei gaminio grafinio-informacinio modelio valdymo uždavinius. Programinė įranga yra orientuota į gamybines įmones, kurios užsiima langų, durų bei panašių konstrukcijų gamyba. Sistemos pagalba galima aprašyti bei dirbti su įvairiomis plastiko (PVC) bei medžio gamybos technologijomis.

Kompiuterizuojamos funkcijos:

- Gamybinių užsakymų grafinis projektavimas, grafinio-informacinio modelio sudarymas;
- Technologiniai skaičiavimai, gamybinių užsakymų sąnaudų įvertinimas;

#### **3.2. Sistemos veiklos kontekstas**

Atlikus taikymo srities analizę, buvo išanalizuotos gaminių projektavimo sistemų kūrimo bei integravimo metodikos ir priimti šie architektūriniai sprendimai:

- Gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo programinė įranga buvo sukurta kaip atskiras gamybos valdymo sistemos komponentas. Vienas gaminių projektavimo komponentas reprezentuoja konkrečią gaminių projektavimo technologiją. Tai leidžia tam pačiam vartotojui dirbti su skirtingomis gamybos technologijomis;
- Grafinė sistemos sąsaja pilnai integruota su skaičiavimo branduoliu. Skaičiuojamasis modelis aprašytas grafinės aplinkos programoje, skaičiavimai (gaminio medžiagų sąrašas) atliekami neišeinant iš jos ribų;
- Kiekvienos gamybos technologijos komponentas naudoja savo išorinius technologinius duomenis bei taisykles, kurios saugomos Microsoft Excel paketo dokumentuose;
- Suprojektuoti gaminiai su įvertintais medžiagų sąrašais saugomi XML formatu ir siunčiami į gamybos valdymo sistemą tolesniam gamybos planavimui bei valdymui.



3-1 pav. Veiklos konteksto diagrama

3-1 lentelė. Veiklos konteksto įvykiai

Įvykio pavadinimas	Įeinantys/išeinantys informacijos srautai
Naujo gaminio kūrimas	1. Konkretios technologijos šablonai (in)
Gaminio projektavimo veiksmai	2. Gaminio projektavimo valdymas (in) 3. Projektuojamo gaminio eskizas, savybės, būseną (out)
Gaminio savybių parinkimas, technologiniai skaičiavimai	4. Technologiniai duomenys bei taisyklės (in)
Suprojektuotų gaminių saugojimas	5. Suprojektuoti gaminiai (gaminį charakterizuojančių objektų struktūra, komplektacijos medžiagų sąrašas, brėžiniai) (out)
Užsakymo gaminių redagavimas	6. Konkretaus užsakymo gaminiai (in)

### 3.3. Sistemos vartotojai

Sistemos vartotojai, norėdami dirbti su gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo PI turėtų turėti bazinį kompiuterinio raštingumo išsilavinimą (patirtis Microsoft Windows OS terpėje, darbe su Microsoft Office paketo programomis). Taip pat sistemos vartotojai turėtų puikiai orientotis produkto taikymo srityje.

Vartotojai, naudosiantys PI, priskiriami *vadybininko/projektuotojo* kategorijai:

**3-2 lentelė. Sistemos vartotojai**

Vartotojo kategorija	Vadybininkas/Projektuotojas
Vartotojo sprendžiami uždaviniai	Vartotojas atsakingas už gamybinio užsakymo projektavimą, gaminio konstrukcijos sudarymą, gaminio savybių parinkimą (šiai vartotojo kategorijai prieinamas visas gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo posistemio teikiamas funkcionalumas).
Patirtis dalykinėje srityje	Profesionalios žinios gaminių projektavimo srityje. Orientavimasis braižyboje, projektuojamų konstrukcijų gamybos procese.
Patirtis informacinėse technologijose	Bazinis kompiuterinio raštingumo išsilavinimas.
Apsimokymo poreikis	Reikia

### **3.4. Sistemos nefunkciniai reikalavimai ir apribojimai**

1. Kuriant programinę įrangą turi būti taikomas dinaminis sistemų kūrimo metodas (DSDM);
2. Projektas turi būti vykdomas remiantis Rational unifikuotu procesu, apibendrintu projektavimo metodu RUP;
3. Projekto architektūros dokumentacija turi būti paruošta naudojant unifikuotą modeliavimo kalbą UML. Architektūros projektavimui pasirinktas ModelMaker CASE įrankis;
4. Programinė įranga turi būti kuriama naudojant objektinio programavimo (OO) bei komponentinio programų kūrimo (CBSE) metodologijas, siekiant paprastesnio programos tobulinimo ateityje bei galimybės pakartotinai panaudoti tam tikrus sistemos komponentus;
5. Programuojant turi būti naudojama Object Pascal programavimo kalba, Borland Delphi integruota vystymo aplinka (IDE);
6. Būtina paruošti testinius atvejus, greitam automatizuotam sistemos testavimui. Automatizuotam vienetų, integravimo, regresiniam testavimui, testinių atvejų generavimui, laikinių charakteristikų testavimui bus naudojama Borland Delphi DUnit aplinka (angl. *Framework*);
7. Programinė įranga turi bendradarbiauti su Microsoft Excel paketu. Sistemos technoliniai duomenys bei technologinės taisyklės turi būti saugomos Microsoft Excel paketo dokumentuose;
8. Sistemoje suprojektuoti gaminiai turi būti saugomi XML formatu;

9. Programinė įranga turi būti suderinta ir veikti Microsoft Windows 2000/XP OS;
10. Sistemos sąsaja turi būti paprasta, lengvai valdoma, nereikalauti programavimo žinių;
11. Sistema turi nuolat teikti informacinio pobūdžio pranešimus apie sėkmingus ar nesėkmingus vartotojų veiksmus;
12. Sistemoje informacijos įvedimas turi vykti duomenų teisingumą kontroliuojančiose formose;
13. Sistema turi atitikti minimalius darbo vietai keliamus greičio reikalavimus:
  - 13.1. Vidutinio sudėtingumo gaminio išsaugojimas – max 5s;
  - 13.2. Vidutinio sudėtingumo gaminio užkrovimas – max 5s;
  - 13.3. Konkretus projektavimo veiksmas (pvz. konstrukcijos skaidymas jungiamuoju profiliu) – max 2s;
14. Sistemoje analizinės geometrijos skaičiavimai turi būti vykdomi  $1 \times 10^{-9}$  (9-ių ženklų po kablelio) tikslumu;
15. Sistemoje konstrukcijos elementų matmenys vaizdavimui bei gamybinėms ataskaitoms pateikiami mm (milimetrų) tikslumu;
16. Sistemoje gaminių projektavimo atskaitos taškas (koordinatinių sistemos pradžia) turi būti kairysis apatinis kraštas;
17. Sistema licenciją turintiems autorizuotiems vartotojams turi būti pasiekama bet kuriuo paros metu;
18. Sistemai praradus nuolatinį ryšį su serveriu, duomenų kaupimas neturi nutrūkti;
19. Visos teisės į kurią nors produktą priklauso užsakovui.

### **3.5. Sistemos funkciniai reikalavimai**

1. Gaminio sukūrimas;
2. Užsaugoto gaminio atidarymas;
3. Vizualus gaminio projektavimas:
  - 3.1. Gaminio eskizo atvaizdavimas;
    - 3.1.1. Konstrukcijos elementų atvaizdavimas;
    - 3.1.2. Matmenų atvaizdavimas;
    - 3.1.3. Papildomų gaminio savybių vaizdinis išpiešimas (atidarymo tipo, atidarymo krypties);
  - 3.2. Stačiakampių konstrukcijų projektavimas:
    - 3.2.1. Konstrukcijos elementų selektavimas;



- 3.2.1.1. Atskiras režimas selektuoti gaminiams atskirtiems jungiamuoju profiliu;
- 3.2.1.2. Atskiras režimas selektuoti gaminio varčias;
- 3.2.1.3. Pagrindinis selektavimo režimas (profiliai, užpildymai);
- 3.2.2. Konstrukcijos elementų įdėjimas:
  - 3.2.2.1. Konstrukcijos skaidymas impostais;
  - 3.2.2.2. Varčios įdėjimas į konstrukcijos fragmentą;
  - 3.2.2.3. Konstrukcijos skaidymas jungiamaisiais profiliais;
  - 3.2.2.4. Praplatinamųjų profilių įdėjimas;
  - 3.2.2.5. Pastorinančiųjų profilių įdėjimas;
  - 3.2.2.6. Šproselių įdėjimas;
  - 3.2.2.7. Ventiliacijų įdėjimas;
  - 3.2.2.8. Slenksčių įdėjimas;
- 3.2.3. Konstrukcijos elementų savybių keitimas;
  - 3.2.3.1. Savybės reikšmės nurodymas klaviatūra (pvz., matmenų patikslinimas);
  - 3.2.3.2. Savybės reikšmės pasirinkimas iš iškrentančio meniu (pvz., varčios atidarymo tipo pasirinkimas);
  - 3.2.3.3. Globalus savybių reikšmių keitimas;
- 3.2.4. Horizontalus/Vertikalus konstrukcijos profilių tampymas;
- 3.2.5. Konstrukcijos elementų išmetimas;
- 3.2.6. Konstrukcijos elementų išlyginimas:
  - 3.2.6.1. Užpildymų išlyginimas pagal angą šviesoje;
  - 3.2.6.2. Profilių išlyginimas;
- 3.3. Konstrukcijos priedų įdėjimas/išmetimas;
- 3.4. Brėžinio mastelio keitimas:
  - 3.4.1. Žingsninis didinimas/mažinimas;
  - 3.4.2. Procentinis pasirinkimas iš iškrentančio meniu;
  - 3.4.3. Maksimalus mastelis, su kuriuo gamins ir jį lydinti informacija dar telpa ekrane (angl. *Zoom To Fit*);
- 3.5. Netaisyklingų arkinių konstrukcijų projektavimas:
  - 3.5.1. Lūžio taško įdėjimas/šalinimas;
  - 3.5.2. Konstrukcijos mazgų tampymas;
  - 3.5.3. Profilio pasvirimo kampo nurodymas;

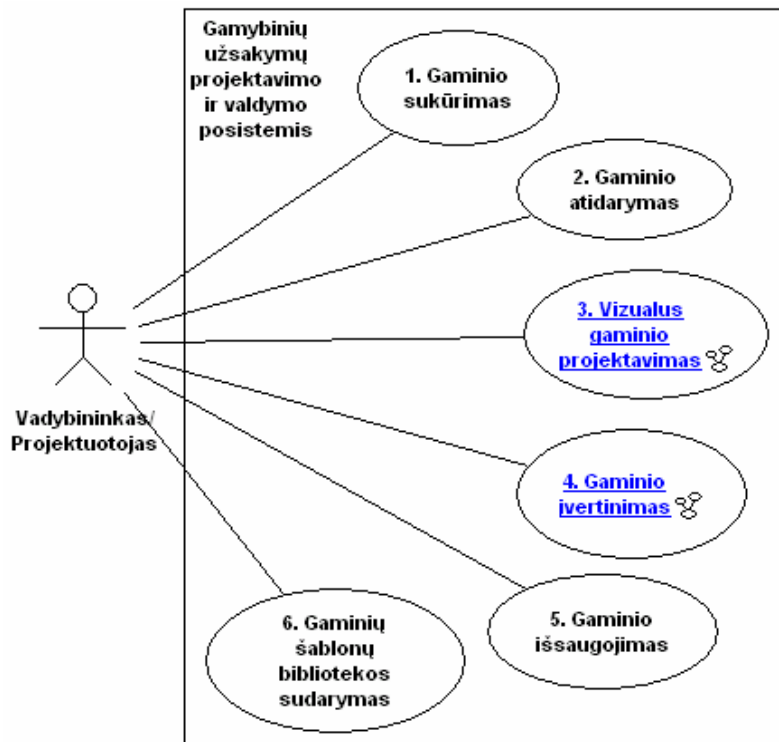
- 3.6. Netaisyklingų arkinių konstrukcijų projektavimas:
  - 3.6.1. Išlinkusių formų suteikimas konstrukcijos profiliams;
- 4. Gaminio įvertinimas:
  - 4.1. Gaminiai pagaminti reikiamų medžiagų sąrašo suformavimas;
  - 4.2. Gaminio kainos paskaičiavimas;
- 5. Gaminio išsaugojimas;
- 6. Gaminų šablonų bibliotekos sudarymas.

### 3.6. Sistemos architektūra

Skyriuje apžvelgiami svarbiausi architektūriniai sprendimai, priimti kuriant programinį sprendimą. Jie pateikti panaudojant skirtingus architektūros vaizdus (angl. *views*), kurie leidžia išanalizuoti produktą skirtingais aspektais.

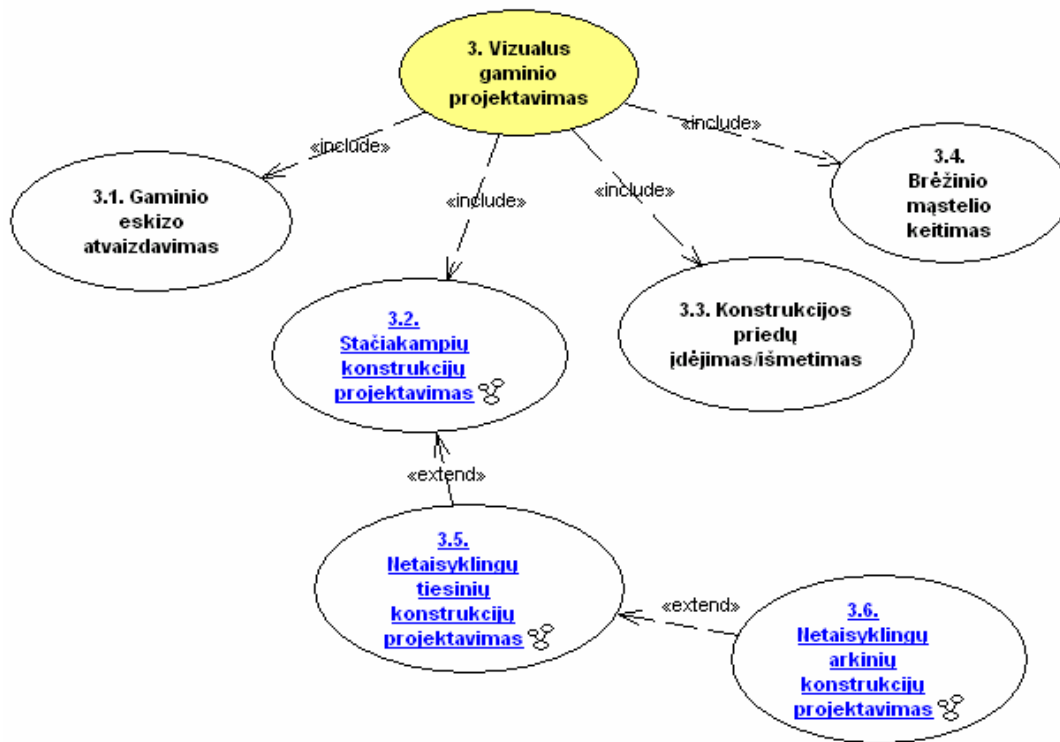
#### 3.6.1. Panaudojimo atvejų vaizdas

Nedetalizuota sistemos panaudojimo atvejų diagrama pateikta sekančiame paveikslėlyje:

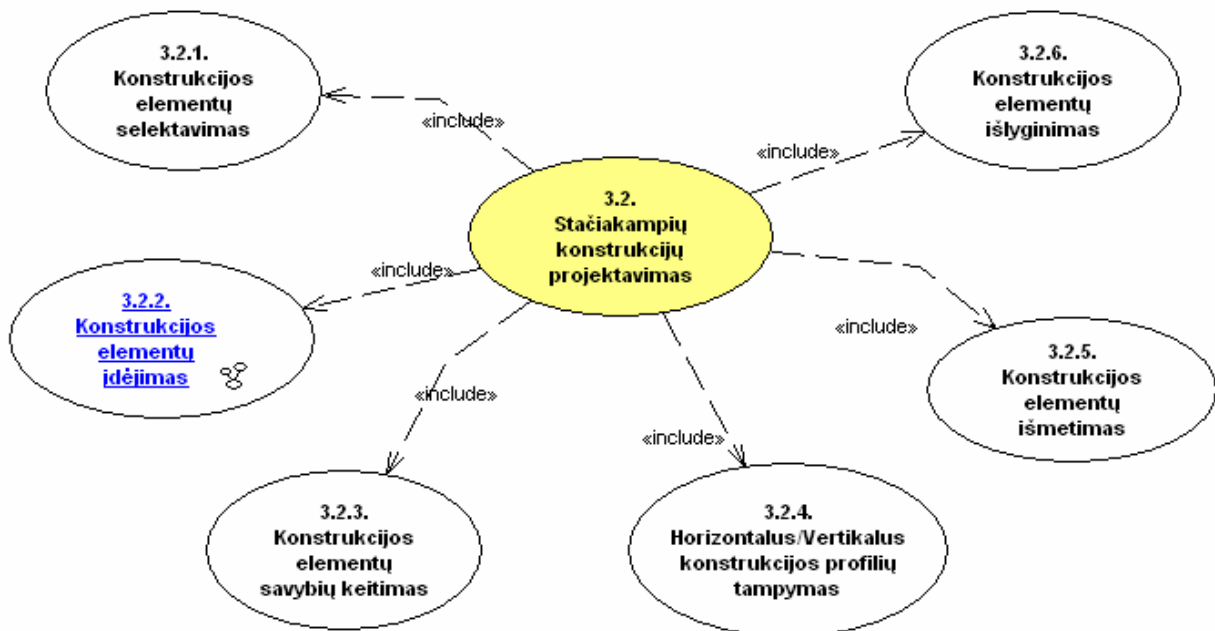


3-2 pav. Gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo posistemio nedetalizuota panaudojimo atvejų diagrama

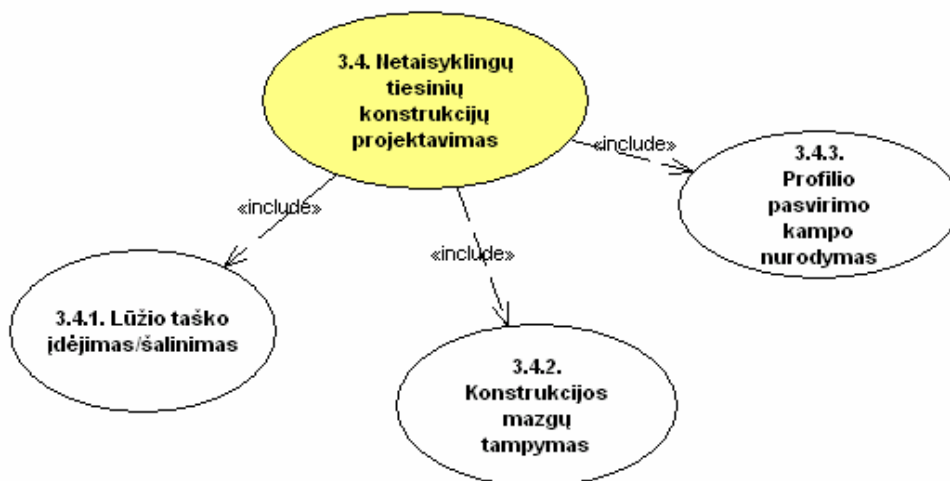
Sekančiuose paveikslėliuose pateikiami kai kurių panaudojimo atvejų detalizuoti vaizdai:



3-3 pav. Panaudojimo atvejo 3. Vizualus gaminio projektavimas detalizacija



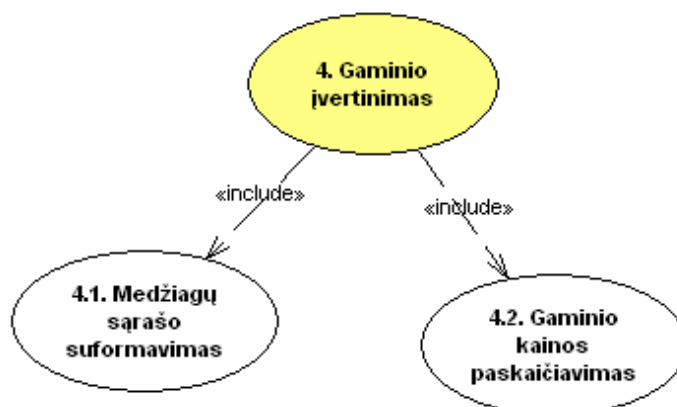
3-4 pav. Panaudojimo atvejo 3.2. Stačiakampių konstrukcijų projektavimas detalizacija



3-5 pav. Panaudojimo atvejo 3.4. Netaisyklingų tiesinių konstrukcijų projektavimas detalizacija



3-6 pav. Panaudojimo atvejo 3.5. Netaisyklingų arkinių konstrukcijų projektavimas detalizacija

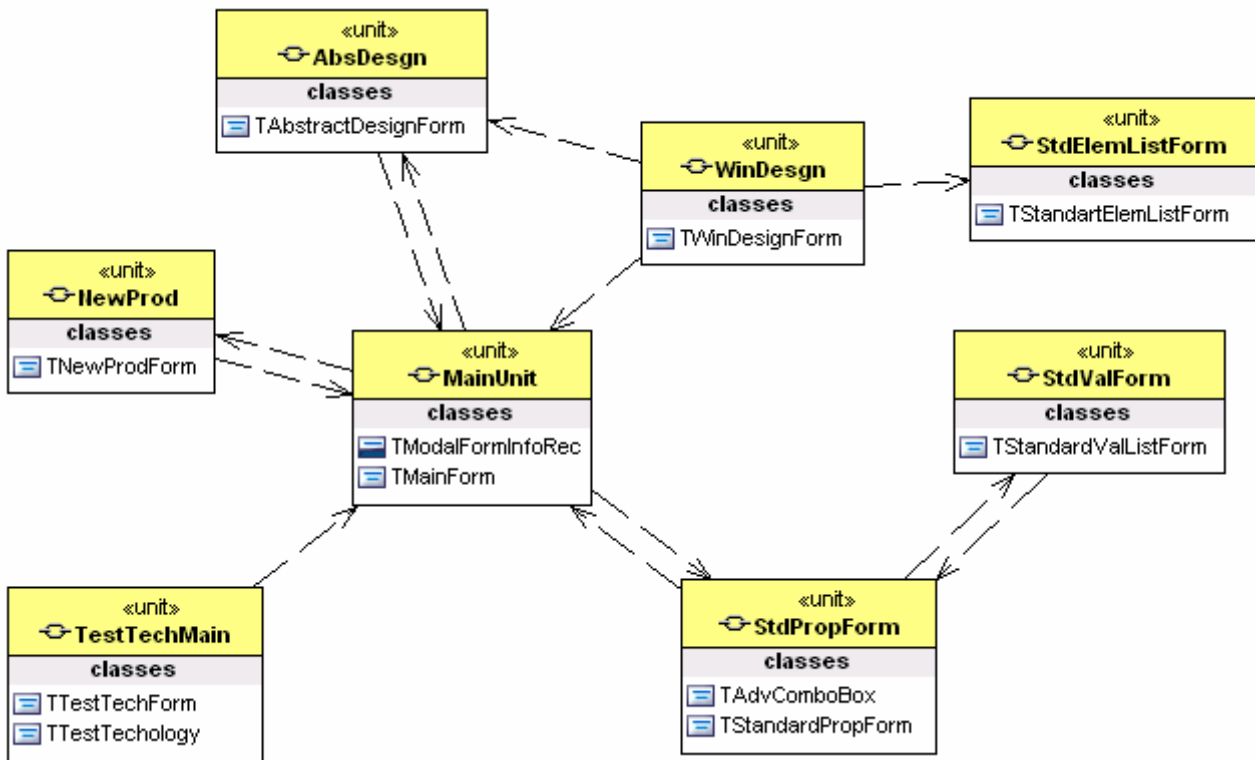


3-7 pav. Panaudojimo atvejo 4. Gaminio įvertinimas detalizacija

### 3.6.2. Loginis vaizdas

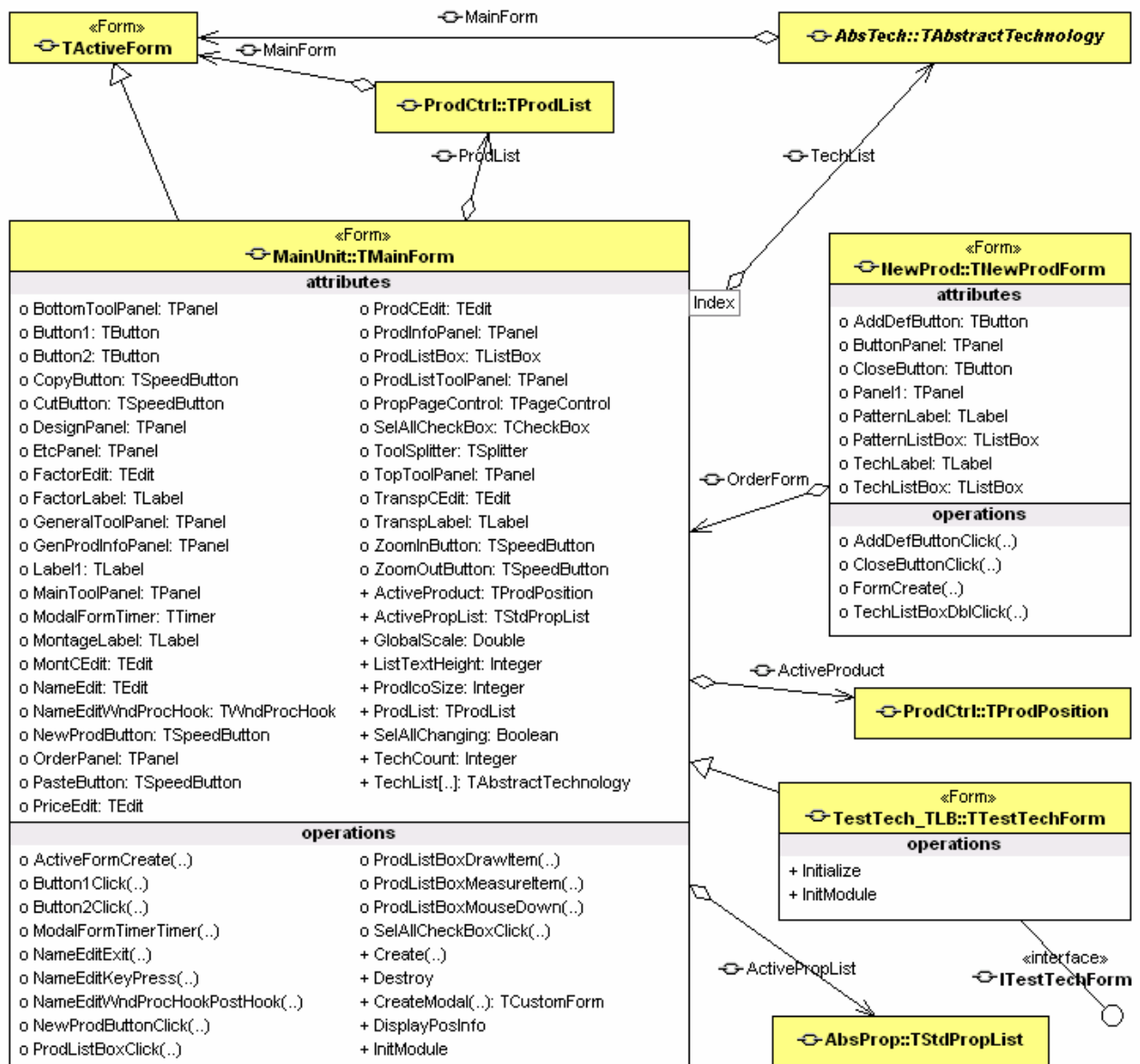
Gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo programinė įranga realizuojama moduliais su griežtai apibrėžta sąsaja. Šiame skyrelyje pateikiama loginė sistemos architektūra, jos išskaidymas į modulius, kiekvieno modulio detalizavimas bei klasių diagramos.

#### 3.6.2.1. Vartotojo sąsajos moduliai



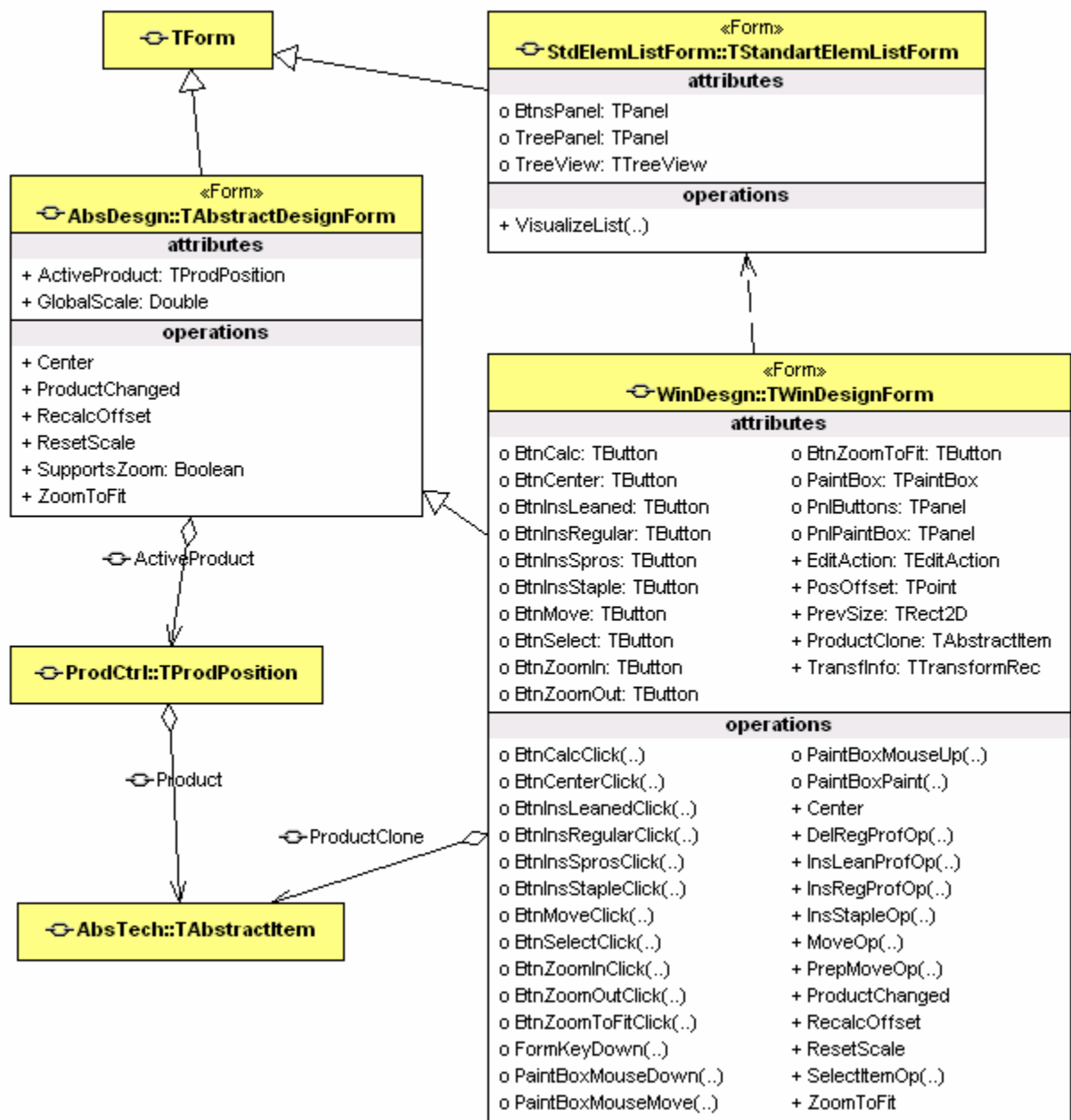
3-8 pav. Vartotojo sąsajos moduliai

Modulį *MainUnit* (pagrindinė posistemio forma) ir *NewProd* (naujo gaminio sukūrimo forma) klasių diagramos:



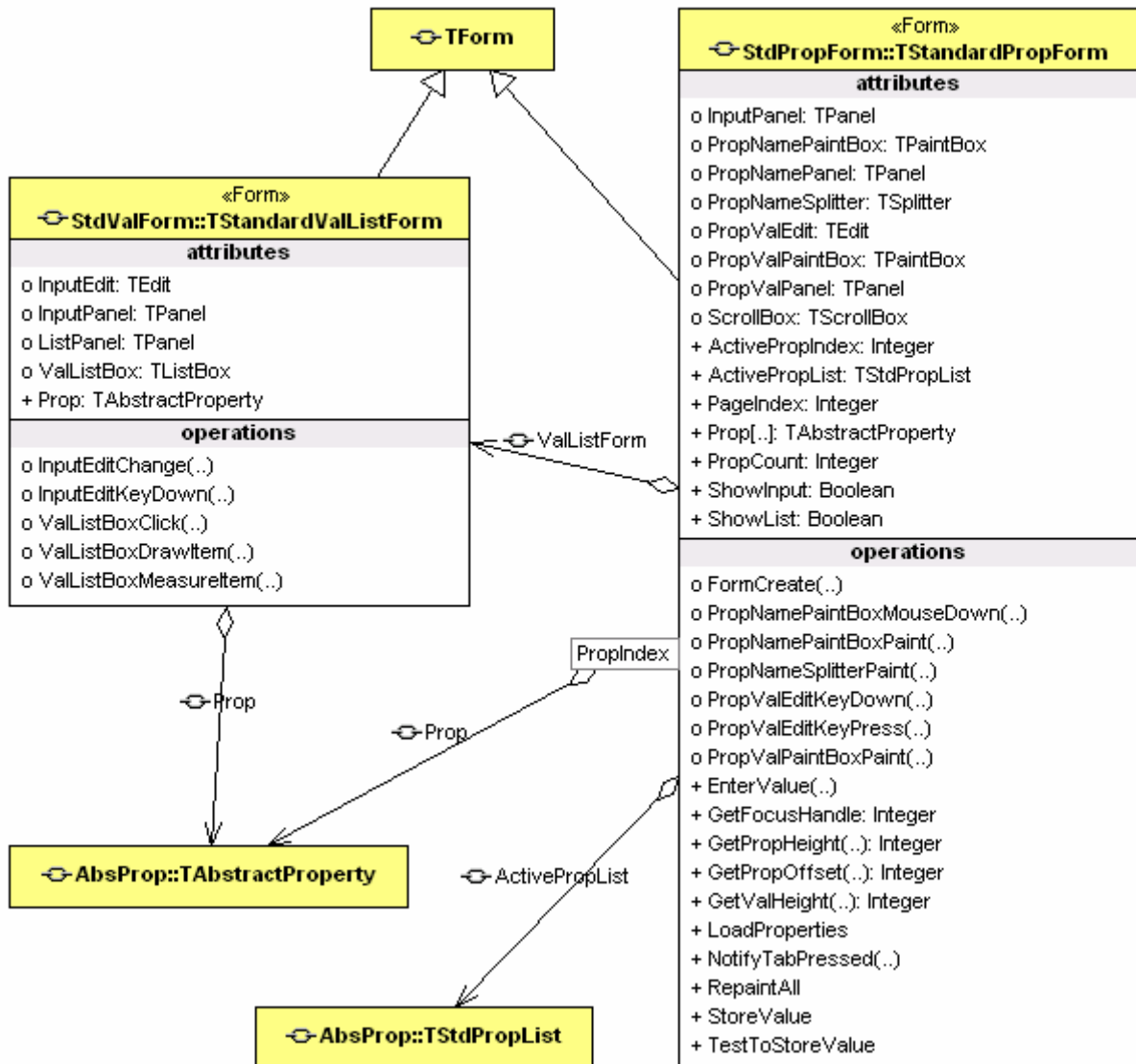
3-9 pav. Modulį *MainUnit* ir *NewProd* detalizacija

Moduliai *AbsDesgn* (abstrakti gaminių projektavimo forma), *WinDesgn* (langų projektavimo forma), *StdElemListForm* (standartinė gaminių medžiagų sąrašo vizualizavimo forma):



3-10 pav. Modulių AbsDesgn, WinDesgn, StdElemListForm detalizacija

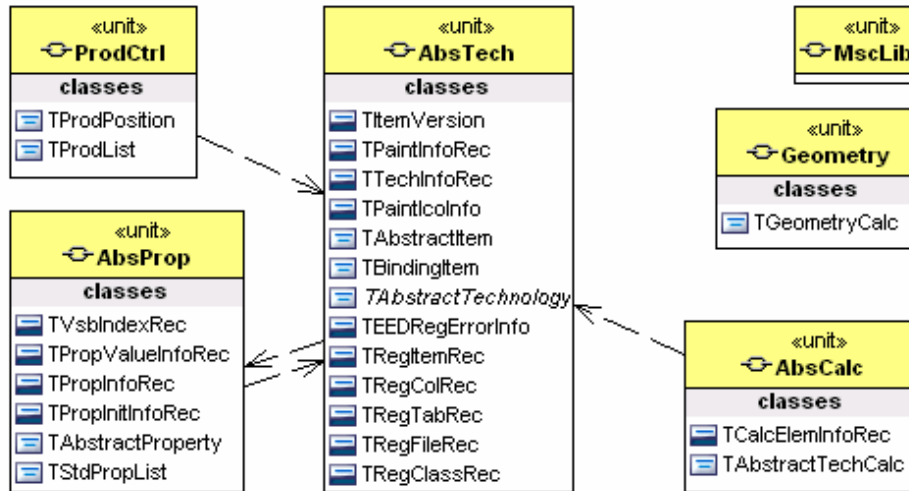
Moduliai *StdPropForm* (standartinė gaminio savybių valdymo forma) ir *StdValForm* (standartinė gaminio elemento savybių galimų reikšmių vizualizavimo forma):



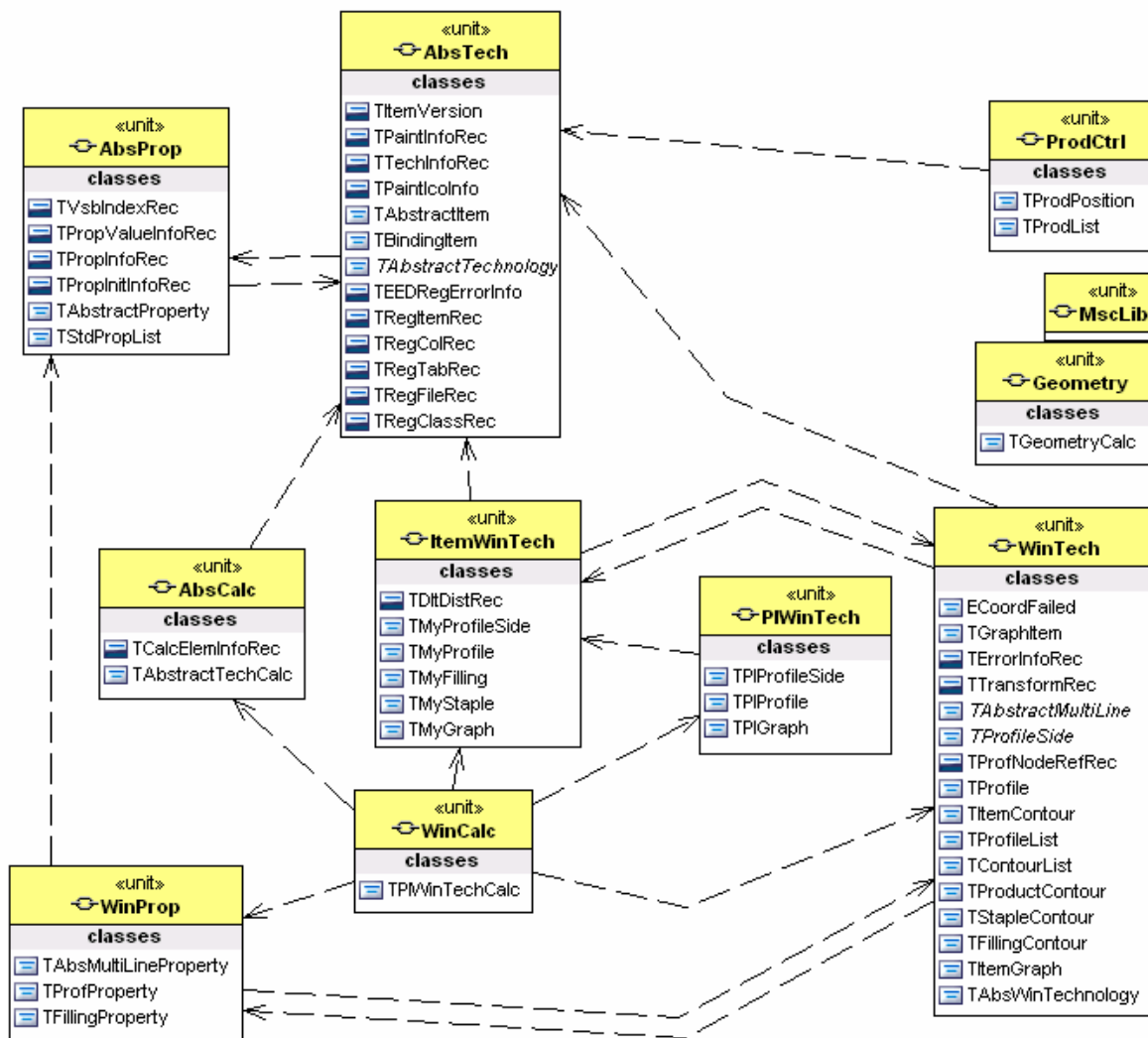
3-11 pav. Modulių StdPropForm , StdValForm detalizacija



### 3.6.2.2. Gaminio grafinio-informacinio modelio projektavimo bei valdymo moduliai



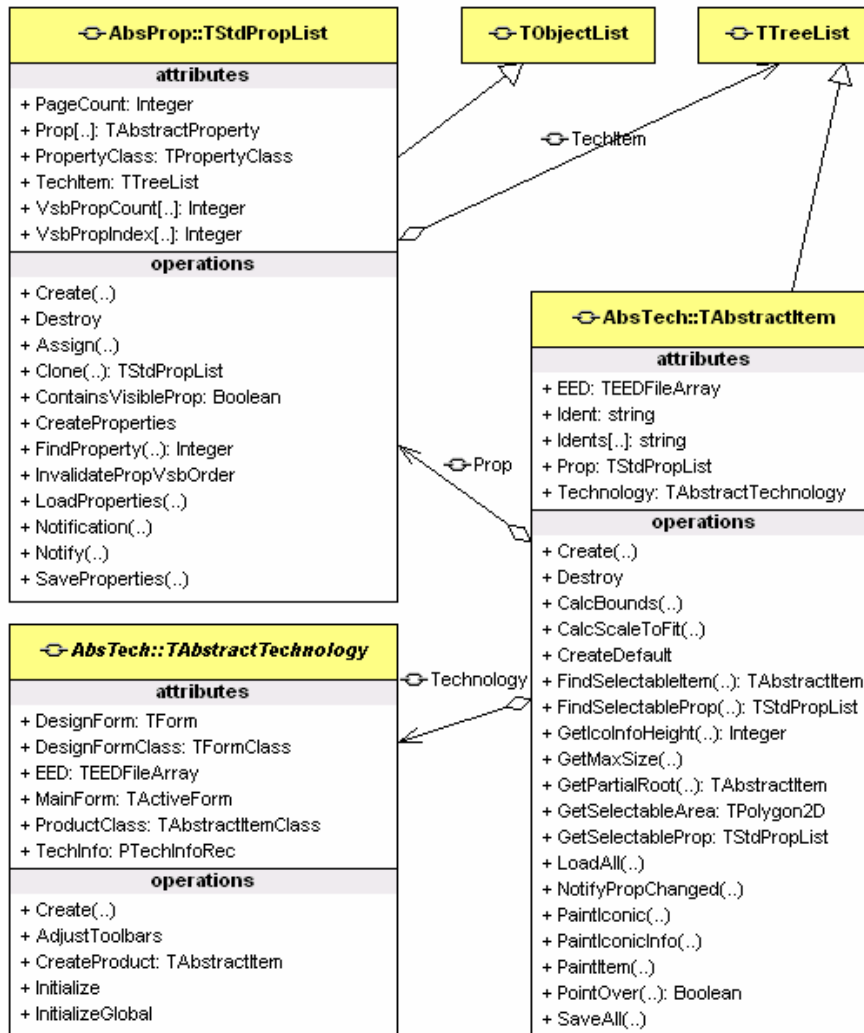
3-12 pav. Abstrakčių gaminių projektavimą realizuojantys moduliai



3-13 pav. Langų projektavimą realizuojantys moduliai

Toliau bus pateikiamos gaminių projektavimo veiksmus realizuojančių modulių klasių diagramos:

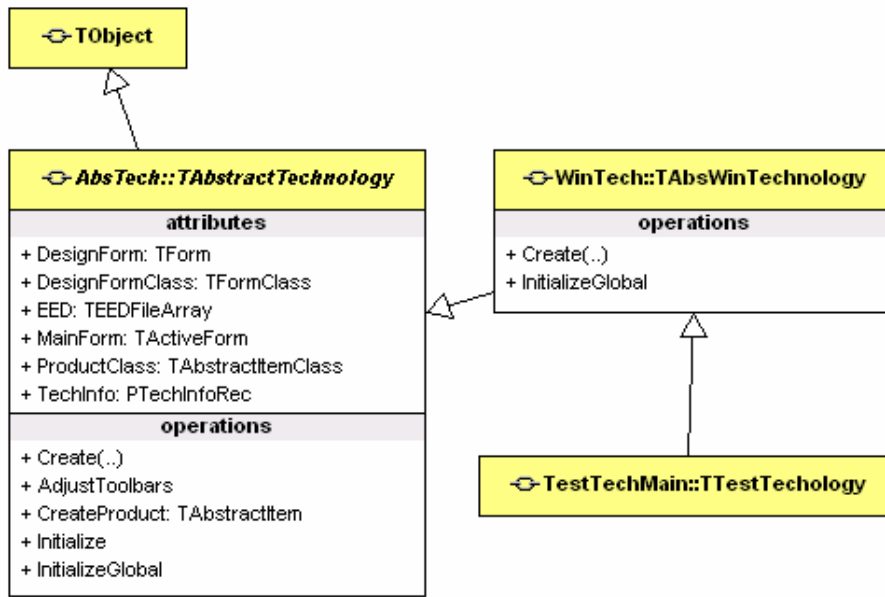
Modulio *AbsTech* klasės, skirtos abstrakčiam gaminio elementui, bei abstrakčiai technologijai:



3-14 pav. Modulio *AbsTech* klasės *TAbstractItem* detalizacija

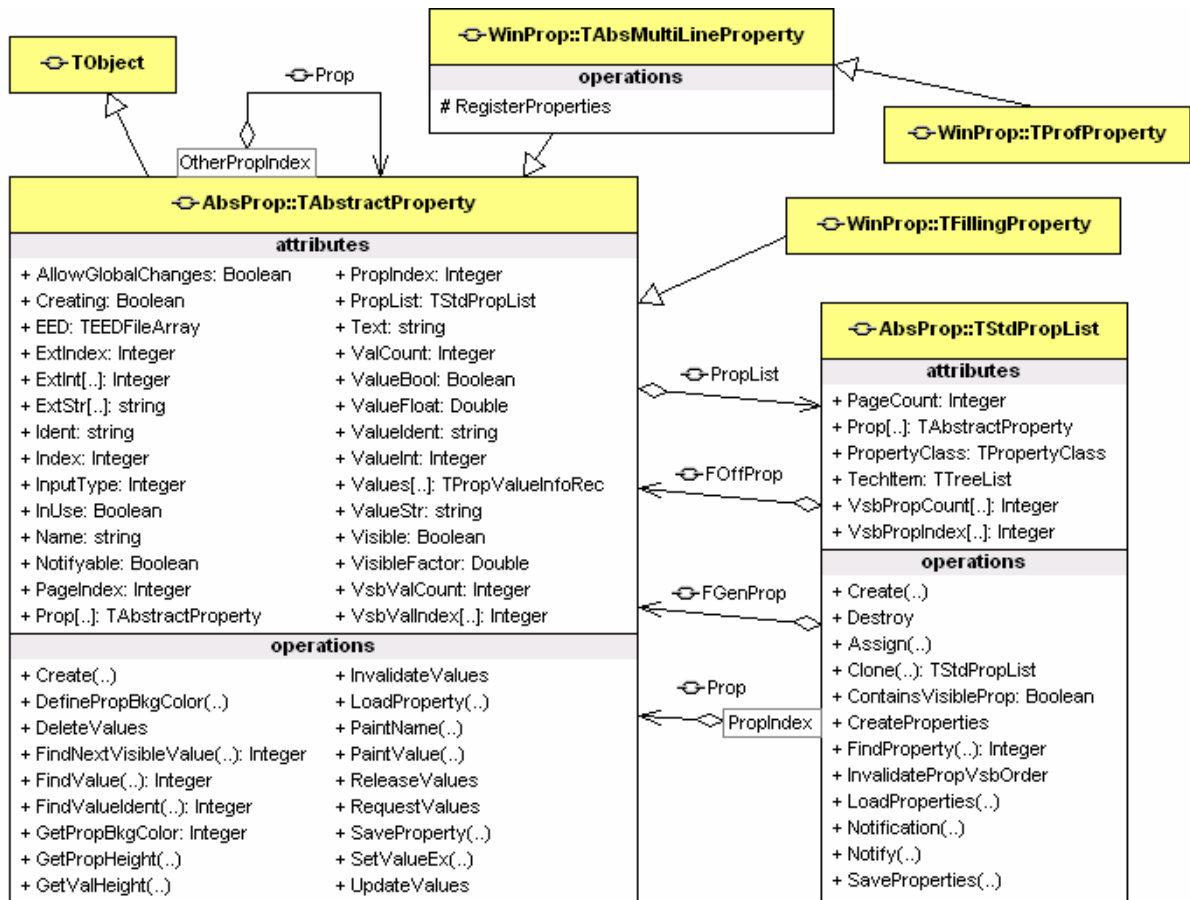
Kiekvienas gaminio abstraktus elementas *TAbstractItem* yra susietas su konkrečia technologija *Technology:TAbstractTechnology*, turi savo savybių sąrašą *Pop:TStdPropList* bei nuorodą į išorinių duomenų lenteles *EED:TEEDFileArray*. *TAbstractItem* realizuoti standartiniai gaminio elemento apdorojimo veiksmai (išsaugojimas, užkrovimas, mastelio paskaičiavimas, klonavimas, išspiešimas, selektavimo zonos paskaičiavimas ir t. t.).

Abstrakčios technologijos klasėje *TAbstractTechnology* realizuotas standartinių gaminių kūrimas, išorinių duomenų failų registravimas ir užkrovimas. *TAbstractTechnology* funkcionalumą paveldi konkrečios technologijos klasės (pvz., abstrakti langų technologijos klasė):



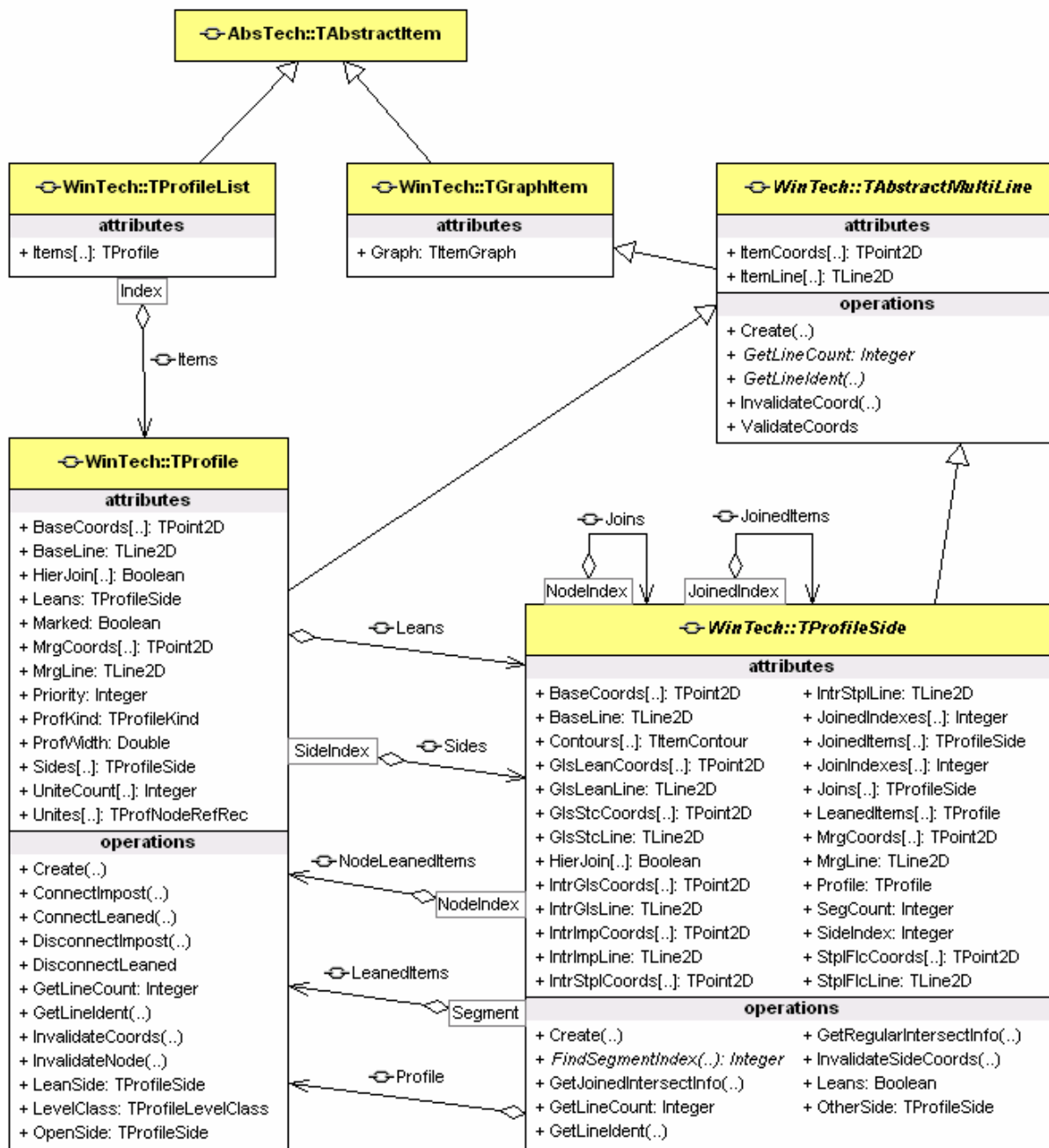
3-15 pav. Modulio AbsTech klasės TAbstractTechnology detalizacija

Modulio AbsProp, skirto abstrakčių gaminių savybių valdymui klasių diagrama:



3-16 pav. Modulio AbsProp klasių diagrama

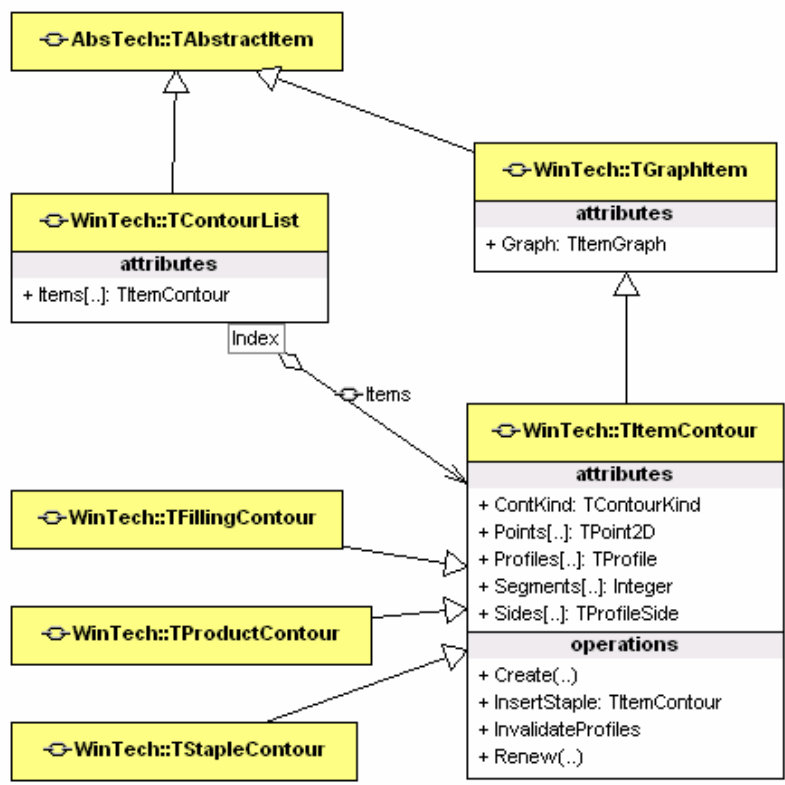
Modulio *WinTech*, skirto abstrakčių langų projektavimo valdymui, klasių diagramos:



3-17 pav. Modulio *WinTech* klasių, aprašančių abstraktaus lango profilį detalizacija

Lango profilio klasė *TProfile* yra susieta su profilio pusės klase *TProfileSide*. Kiekvienas profilis turi dvi puses. Kiekviena profilio pusė gali būti apdirbta skirtingai, t. y. turėti skirtingas išpjovas, kurias charakterizuoja klasė *TAbstractMultiLine* sauganti konkrečios profilio pusės ar pačio profilio centro linijos koordinatas. Klasės *TProfile*, *TProfileSide*, *TAbstractMultiLine* yra grafo elementai. Konkretaus gaminio grafas *TItemGraph* turi profilių masyvą *TProfileList*.

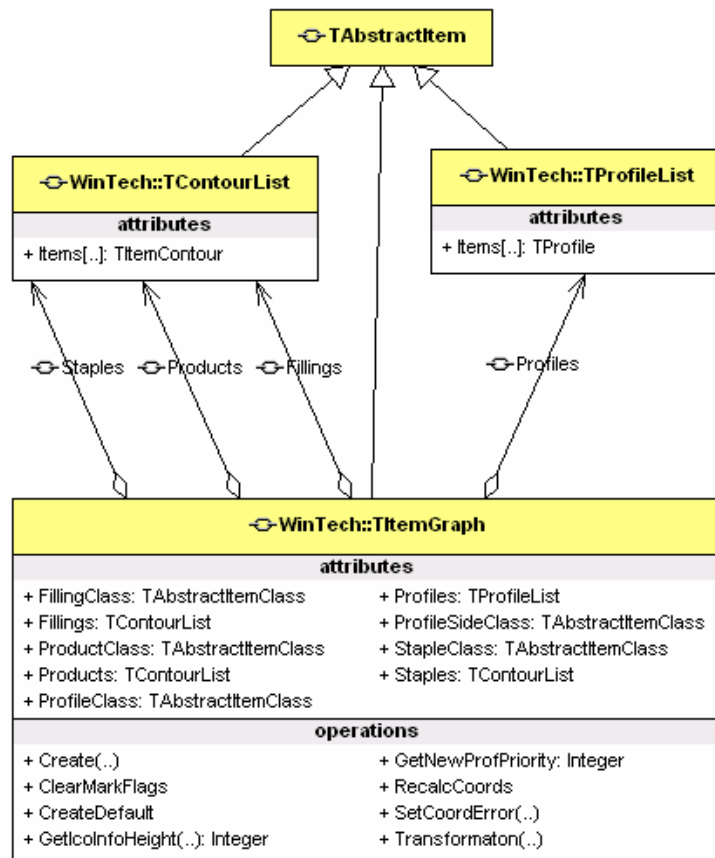




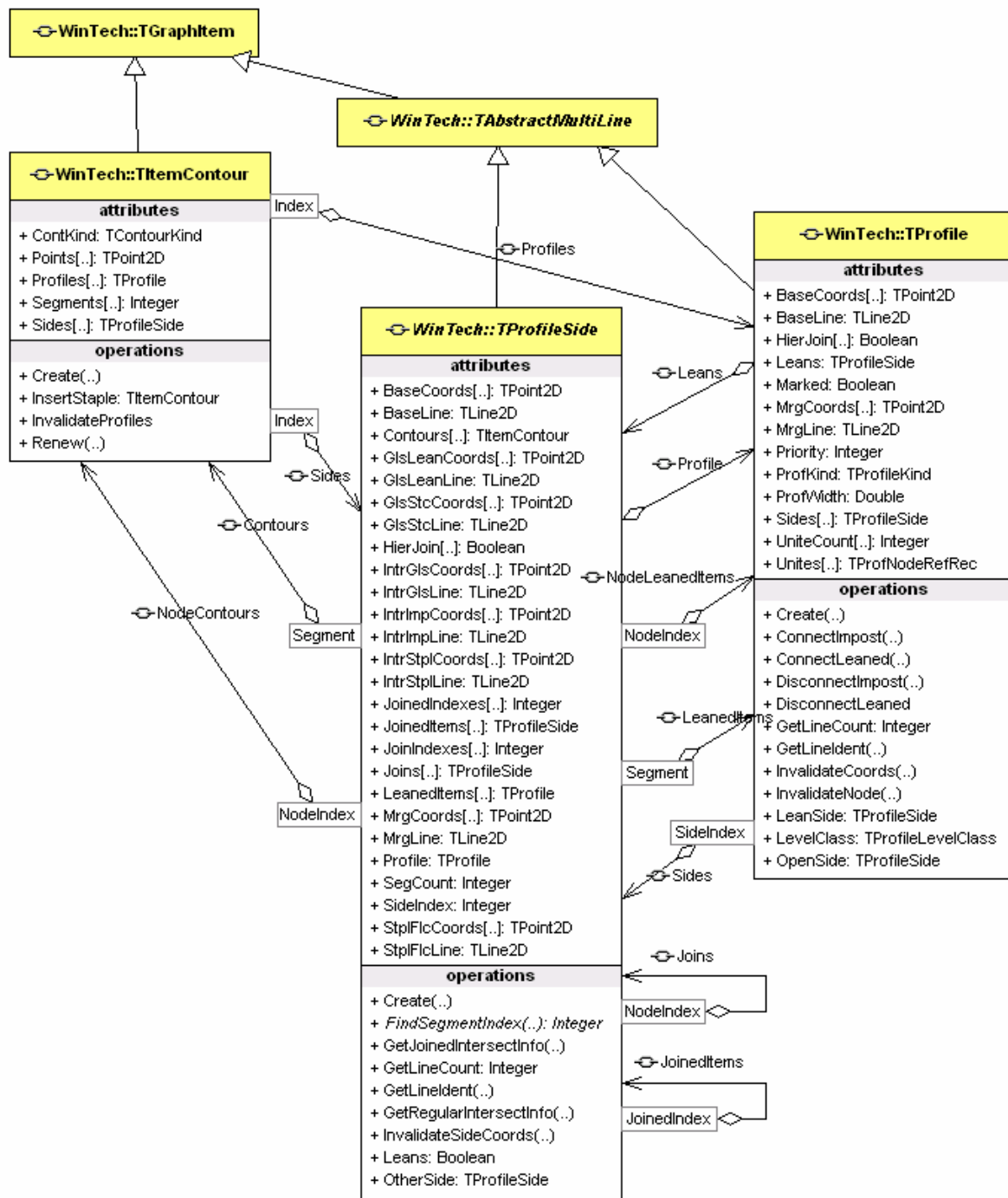
3-18 pav. Modulio WinTech klasių, aprašančių abstraktaus lango kontūrą detalizacija

Abstraktus lango kontūras gali būti trijų tipų: užpildymas *TFillingContour*, varčia *TStapleContour*, gaminys atskirtas jungiamuoju profiliu *TProductContour*. Abstraktus kontūras *TItemContour* yra grafo elementas.

Gaminio grafas *TItemGraph* turi kontūrų masyvus: *Products* (gaminiai atskirti jungiamuoju profiliu), *Staples* (varčios), *Fillings* (užpildymai). Taip pat grafas turi profių masyvą *Profiles*:



3-19 pav. Modulio WinTech klasių, aprašančių abstraktaus lango grafą detalizacija

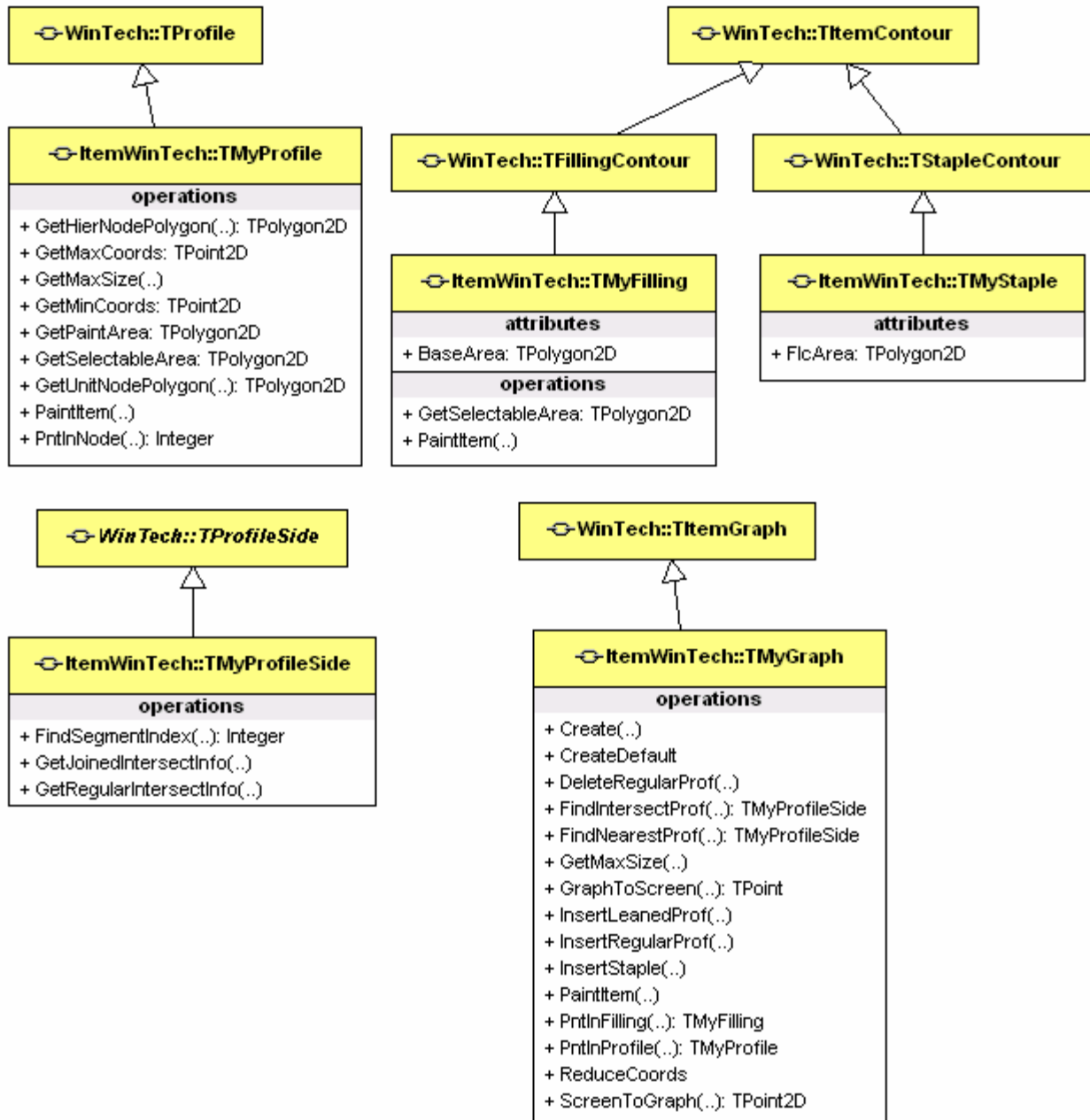


3-20 pav. Modulio WinTech klasių, aprašančių abstraktaus lango profilį bei kontūrą tarpusavio ryšių detalizacija

Kiekvienas profilis TProfile žino ar jis šliejasi prie kito profilio pusės (*Leans*). Kiekviena profilio pusė turi su ja besiribojančių kontūrų (*Contours*) bei besišliejančių profilių pusių (*LeanedItems*) masyvus. Kiekvienas užpildymas taip pat turi su juo sąveikaujančių profilių pusių (*Sides*) sąrašą. Profilio pusė žino kuriuo galu į kurią profilio pusę remiasi (*Joins*).



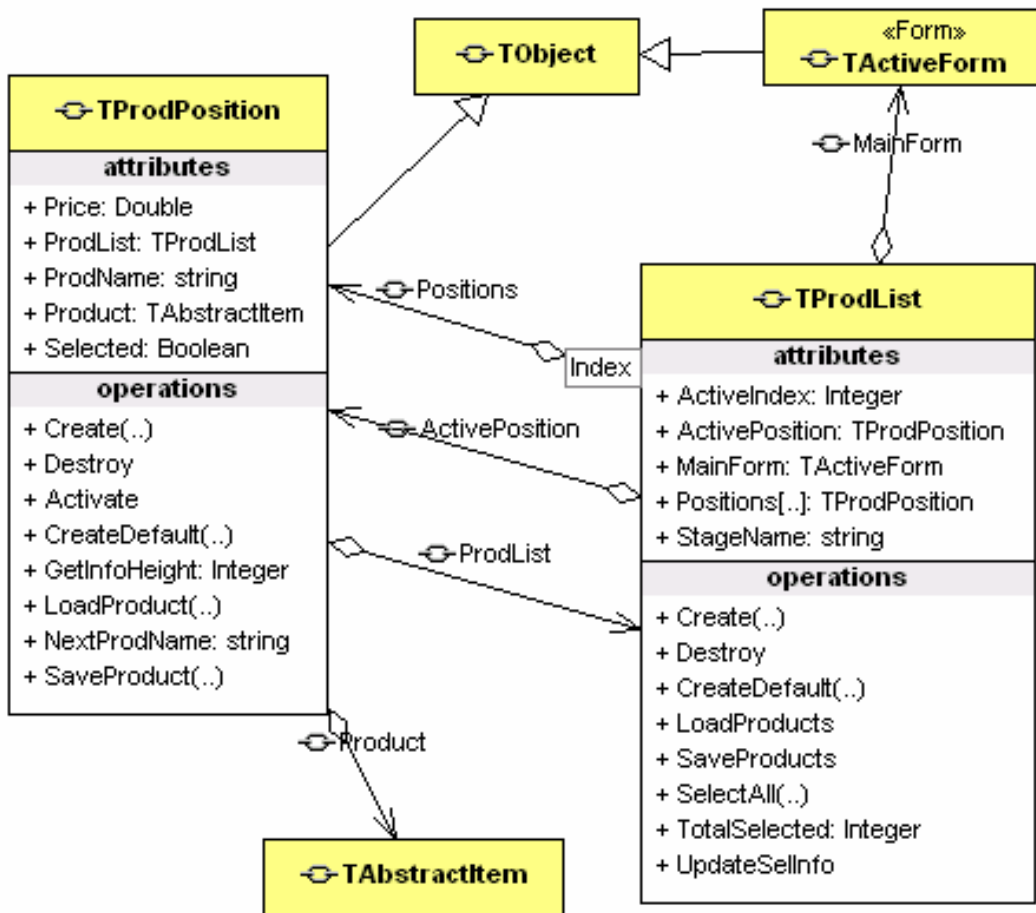
Modulio *ItemWinTech*, praplečiančio modulio *WinTech* funkcionalumą koordinatinių skaičiavimo realizacijomis, klasių detalizacija:



3-21 pav. Modulio *ItemWinTech* klasių diagrama

Gaminio grafo koordinatės skaičiuojamos rekursiniu principu. Kiekvienas grafo elementas moka pasiskaičiuoti savo koordinates. Grafo elementas, skaičiuodamas savo koordinates, naudoja kaimyninio elemento koordinates, jei jos paskaičiuotos. Jei ne, rekursija eina gilyn.

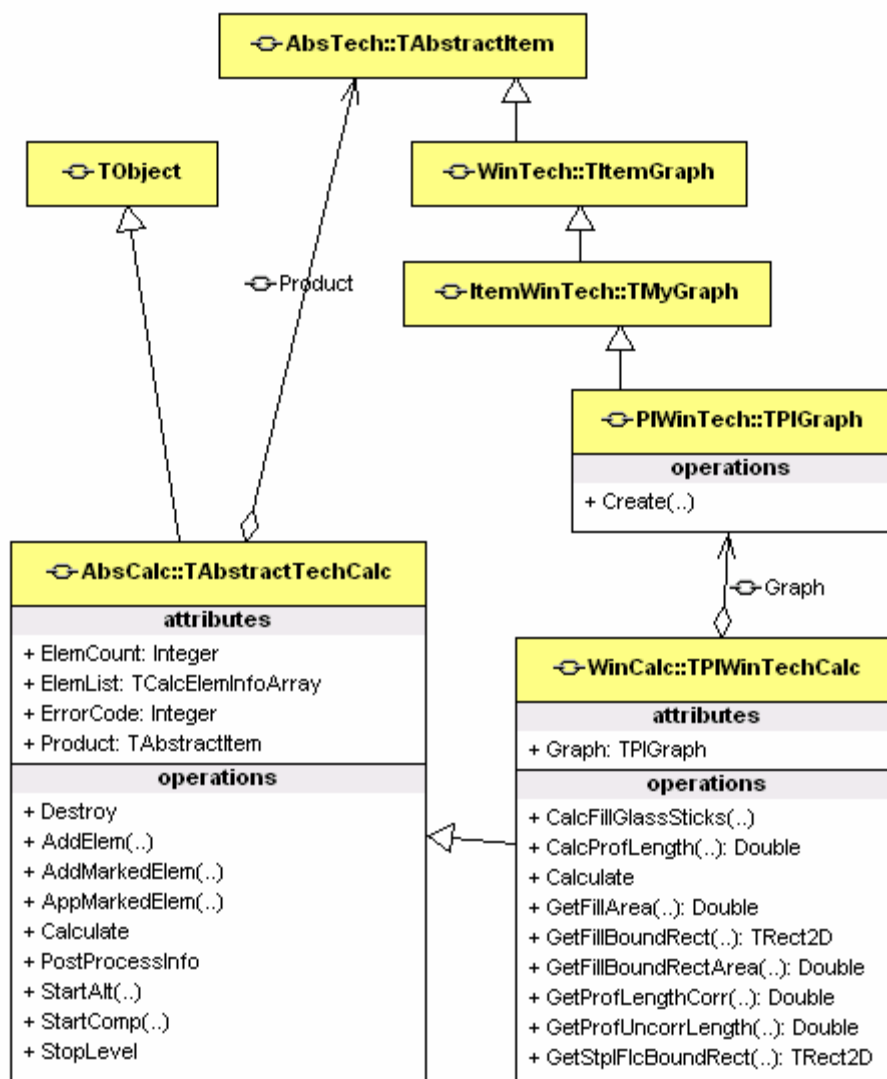
Modulio *ProdCtrl*, skirto projektuojamų gaminių sąrašo valdymui, klasių detalizacija:



3-22 pav. Modulio *ProdCtrl* klasių diagrama

Užsakymas turi gaminių sąrašą *TProdList*, kuris savo ruožtu gali turėti daug gaminių pozicijų *TProdPosition*. Gaminio pozicijos klasė charakterizuoja vieną gaminių *Product:TAbstractItem*, žino gaminio kainą *Price*. Gaminio pozicija gali būti aktyvi (*Selected*), t. y. gaminytis vaizduojamas projektavimo formoje.

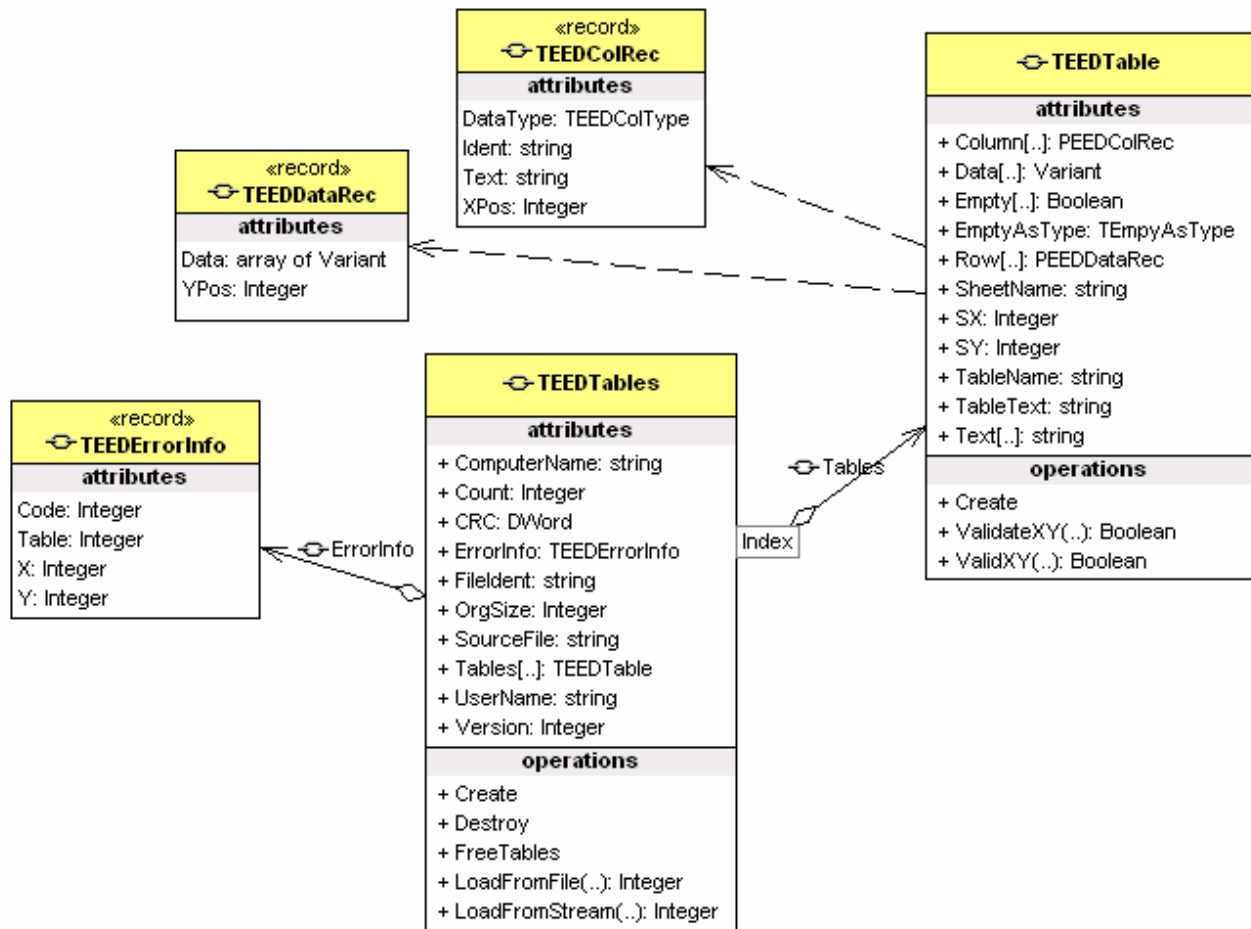
Modulių *AbsCalc* (abstrakčių technologinių skaičiavimų valdymas) ir *WinCalc* (langų technologinių skaičiavimų valdymas) klasių detalizacija:



3-23 pav. Modulių *AbsCalc* ir *WinCalc* klasių diagrama

Abstrakčių technologinių skaičiavimų klasėje *TAbstractTechCalc* realizuotas gaminio universalus medžiagų sąrašo administravimas. Klasėje *TPIWinTechCalc* realizuotas plastikinių langų technologinių skaičiavimų valdymas, medžiagų sąrašo formavimas.

### 3.6.2.3. Išorinių technologinių duomenų valdymo modulis



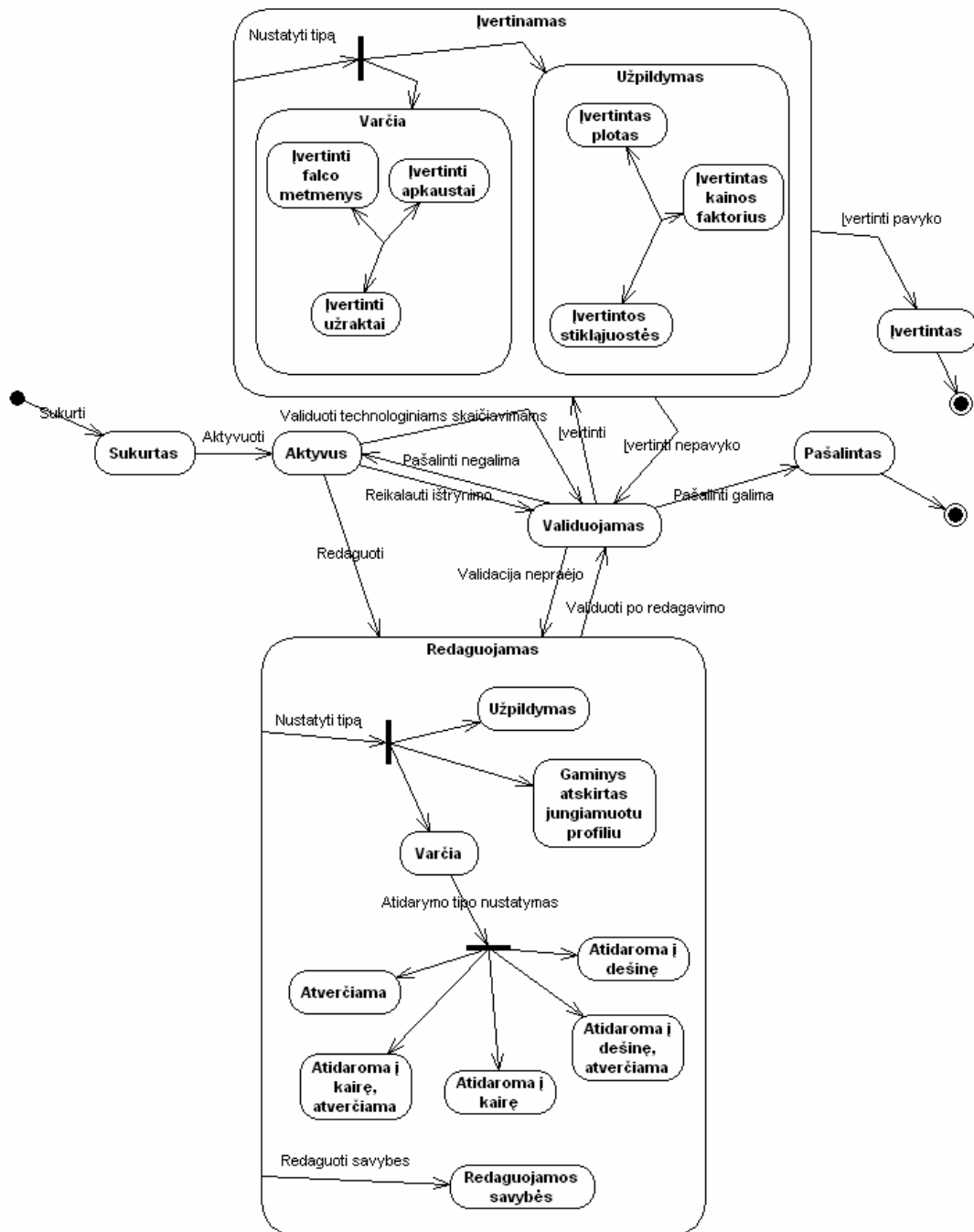
3-24 pav. Klasės, skirtos duomenų paėmimui iš Microsoft Excel paketo

Išorinių duomenų failų lentelės užkraunamos į masyvą *TEEDTables*. Kiekviena lentelė *TEEDTable* bei jos stulpeliai užregistruojami konkrečios technologijos modulyje. Nurodžius lentelės, stulpelio identifikatorių bei eilutės numerį galima prieiti prie konkrečios celės informacijos. Realizuoti metodai įvairių duomenų tipams paimti. Galima operuoti su visa lentelė eilute ar stulpeliu.

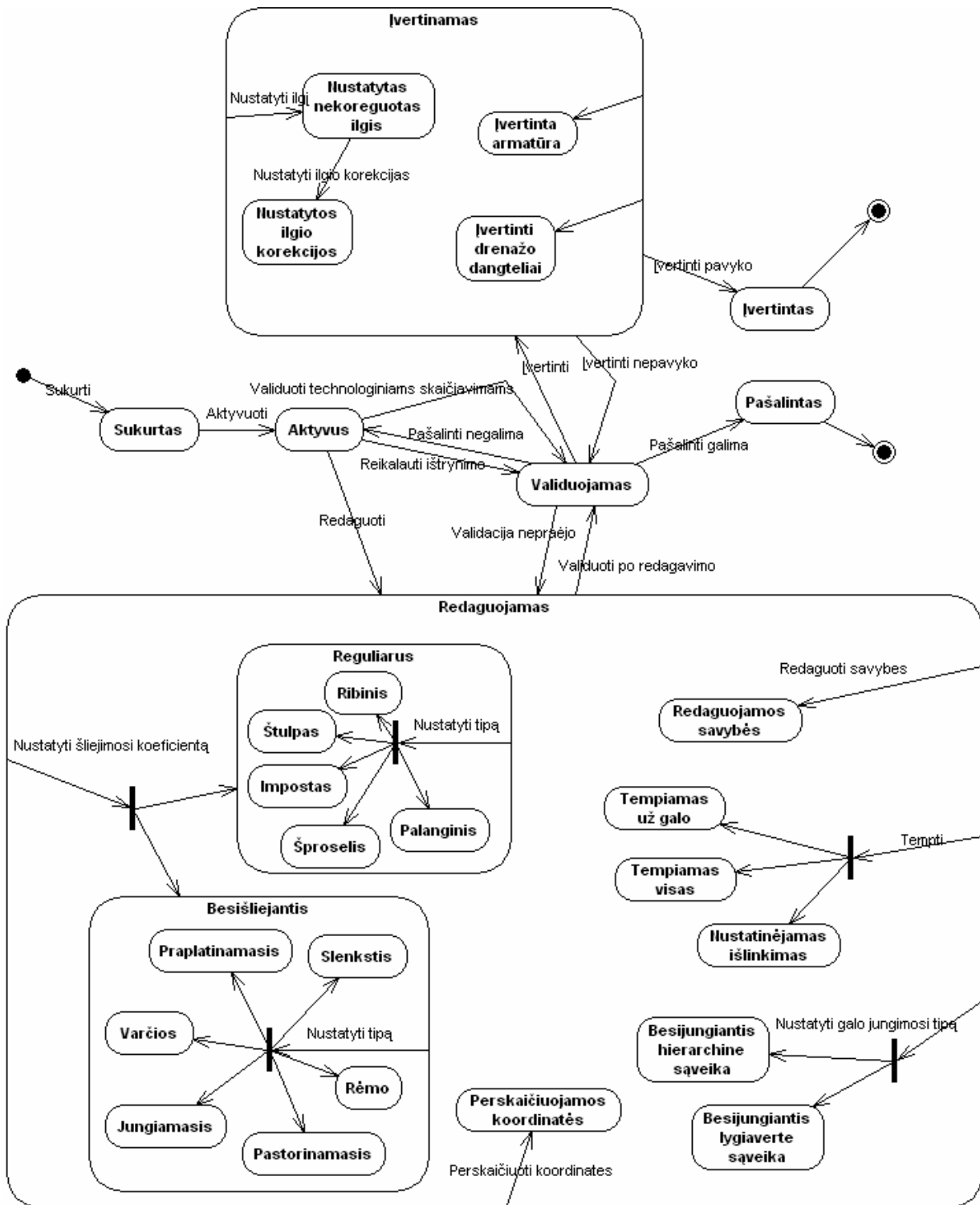
### 3.6.3. Procesų vaizdas

Šiame skyriuje pateikiamos sistemos objektų būsenų diagramos, sistemos elementų sekų diagramos (sistemos objektų sąveikai detalizuoti vietoj bendradarbiavimo diagramų buvo pasirinkta sekų diagramos).

#### 3.6.3.1. Būsenų diagramos

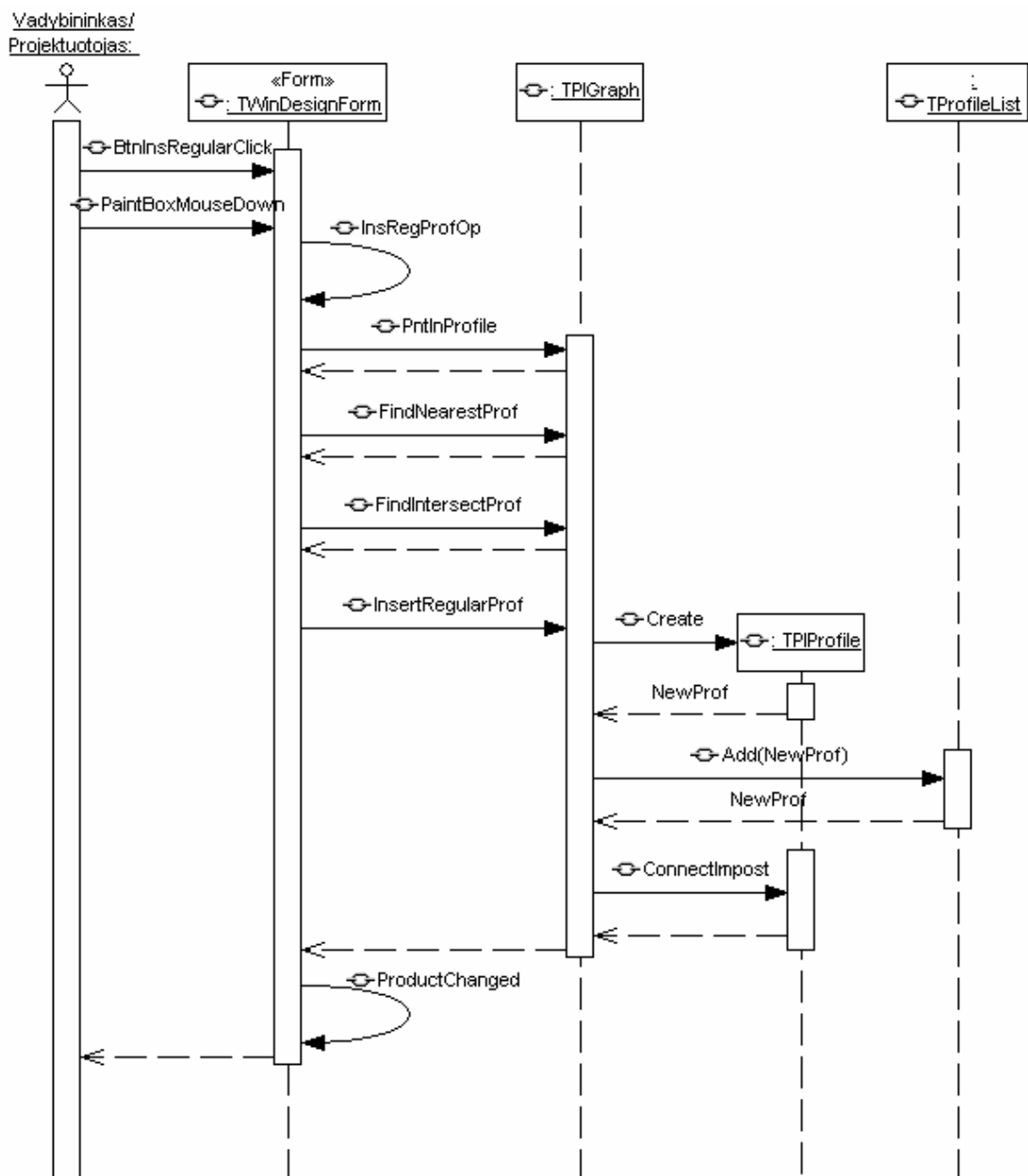


3-25 pav. Abstraktaus lango kontūro būsenų diagrama



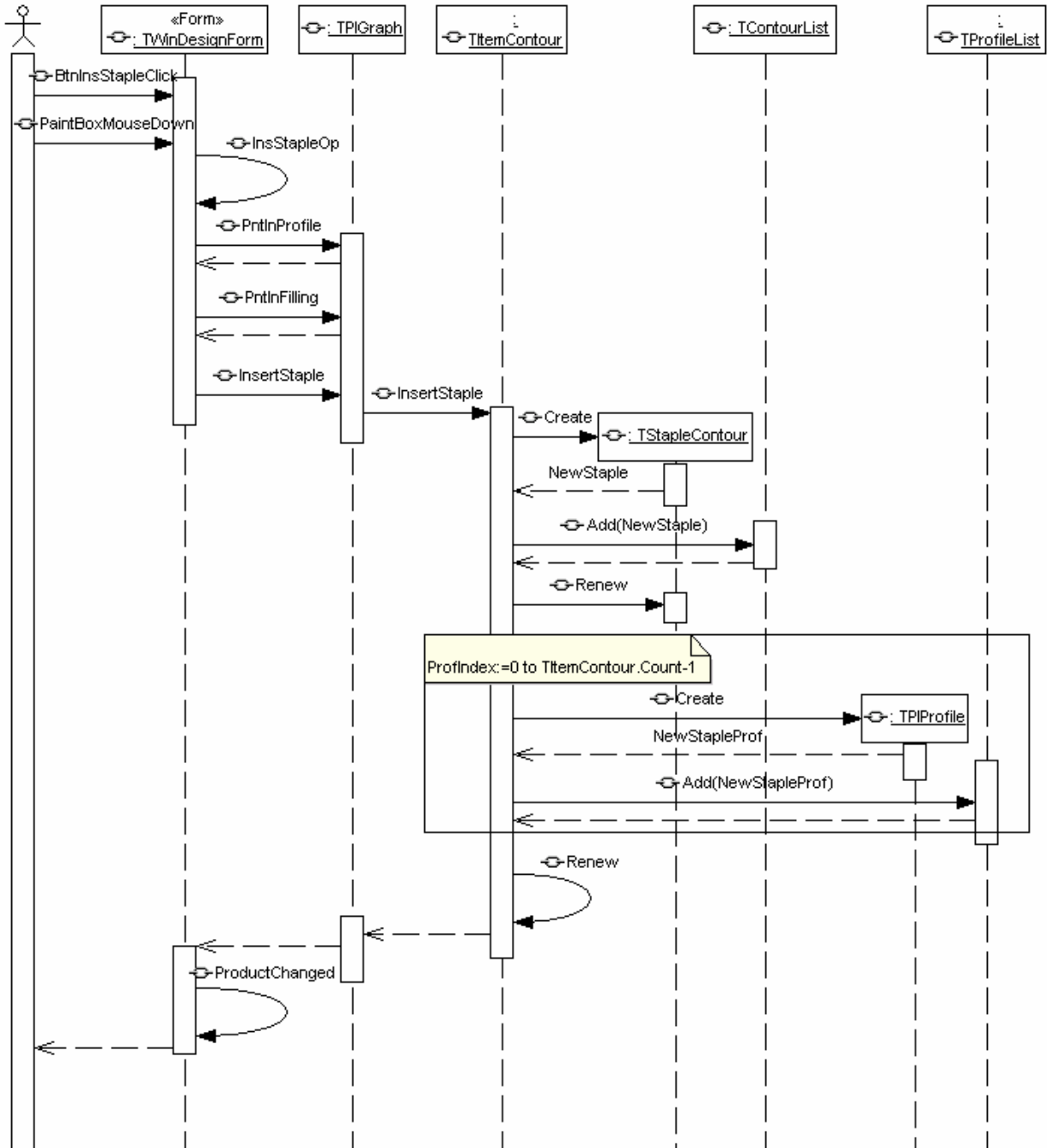
3-26 pav. Abstraktaus lango profilio būsenų diagrama

### 3.6.3.2. Sekų diagramos



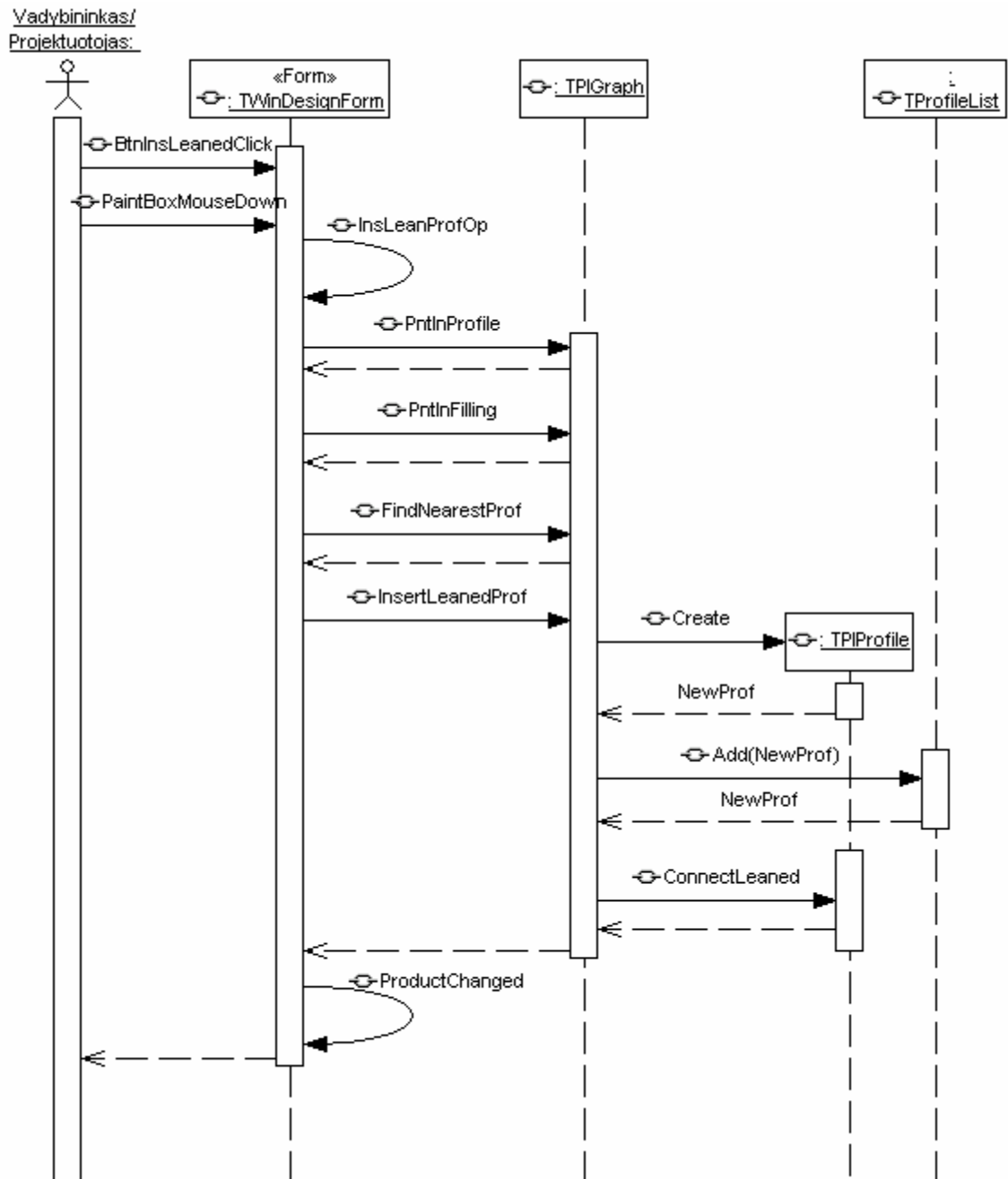
3-27 pav. Reguliaraus profilio įdėjimo sekų diagrama

Vadybininkas/  
Projektuotojas:

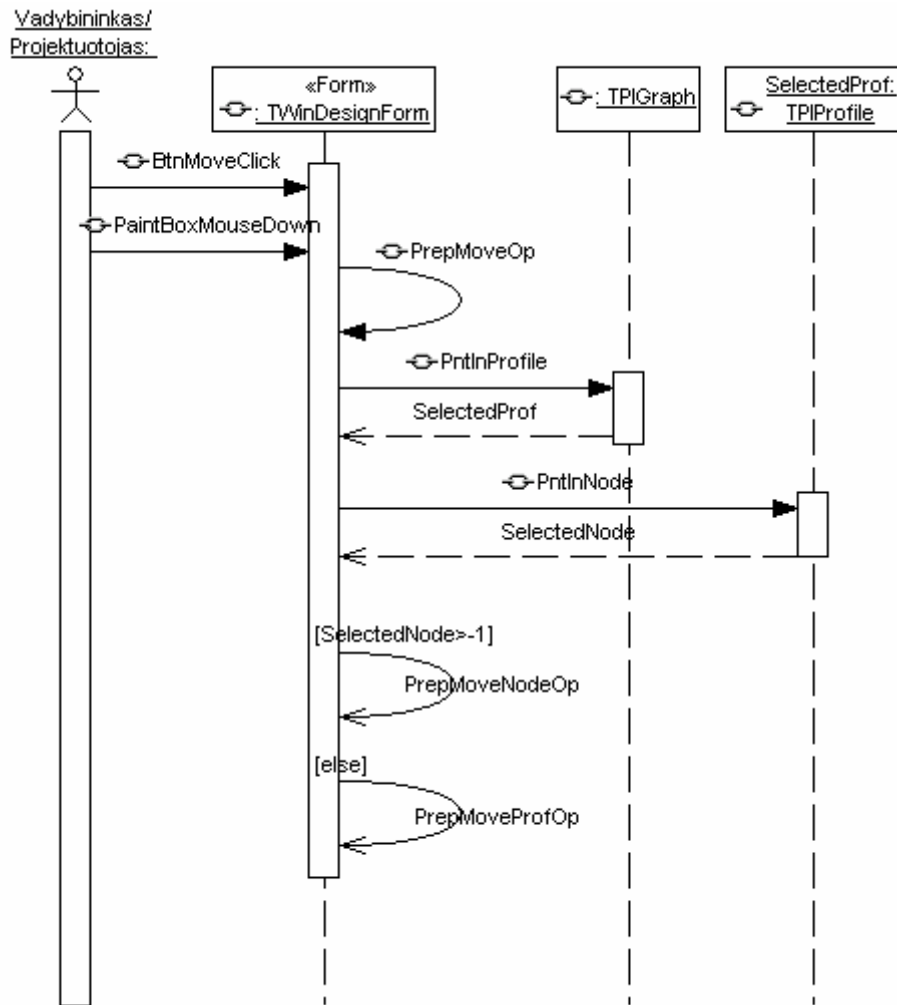


3-28 pav. Varčios įdėjimo sekų diagrama

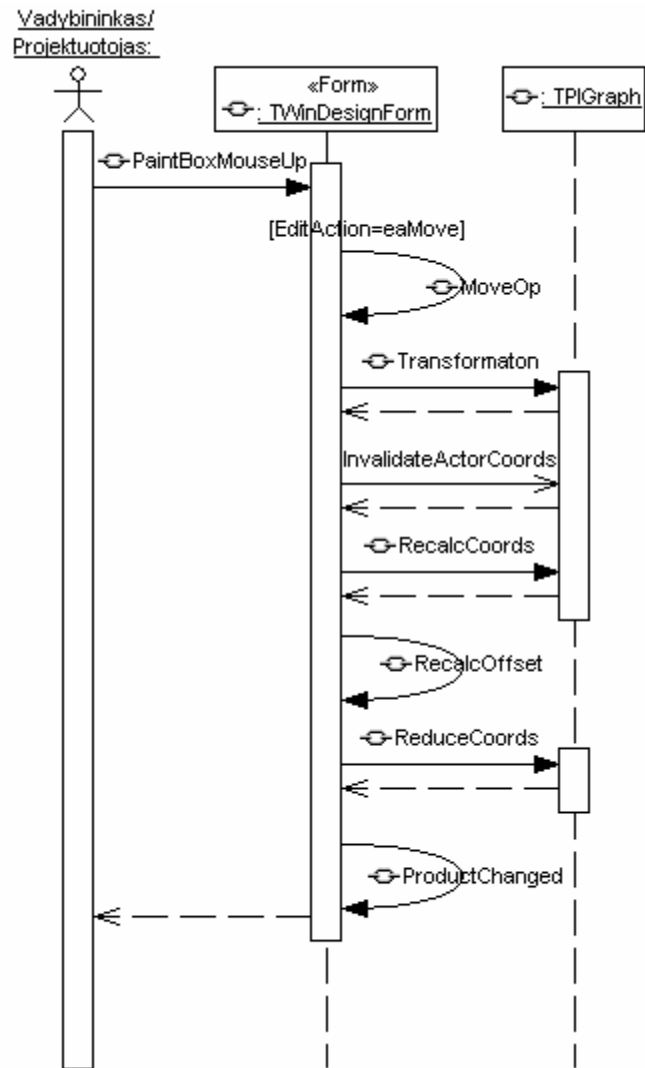




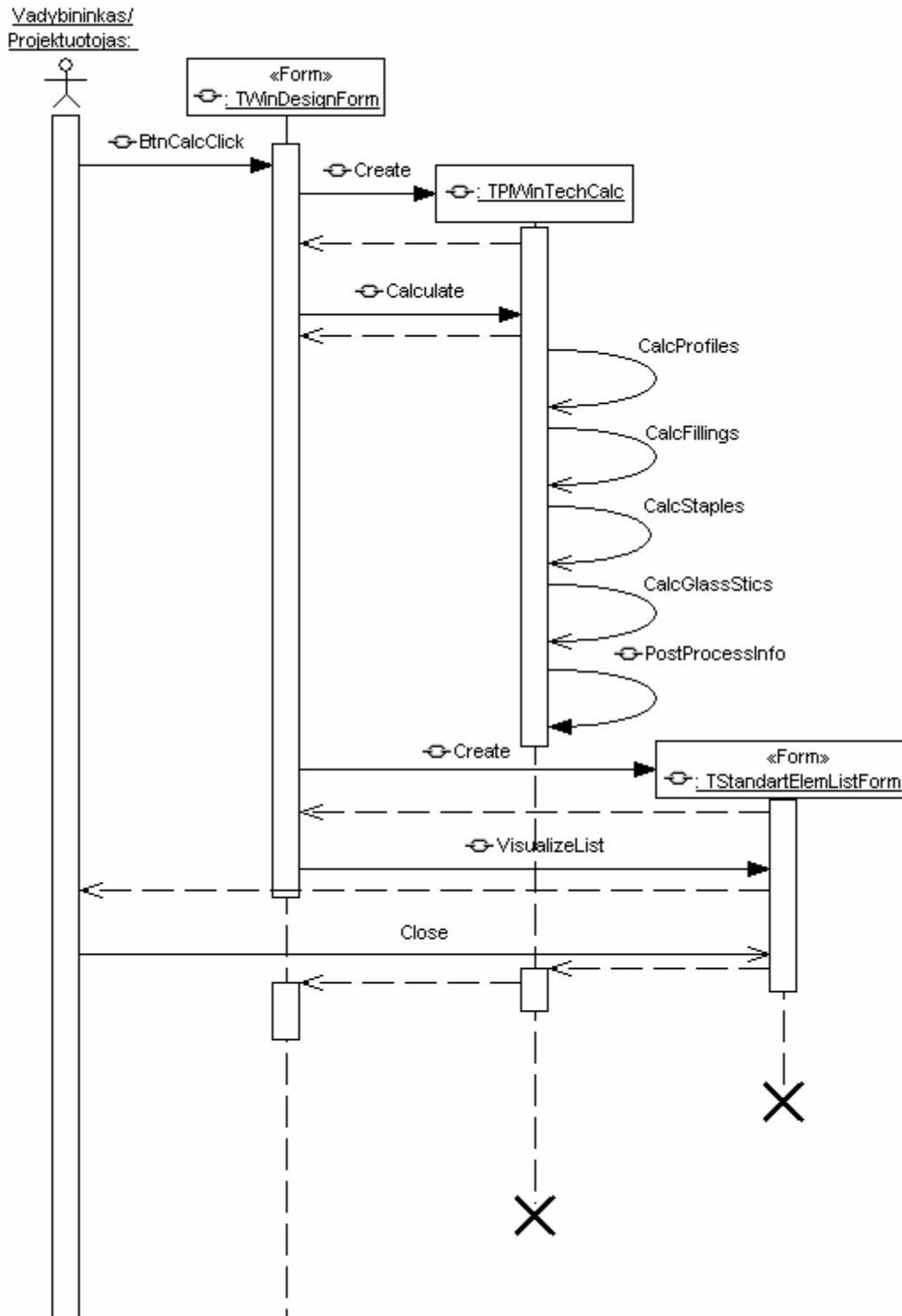
3-29 pav. Besišliejančio profilio įdėjimo sekų diagrama



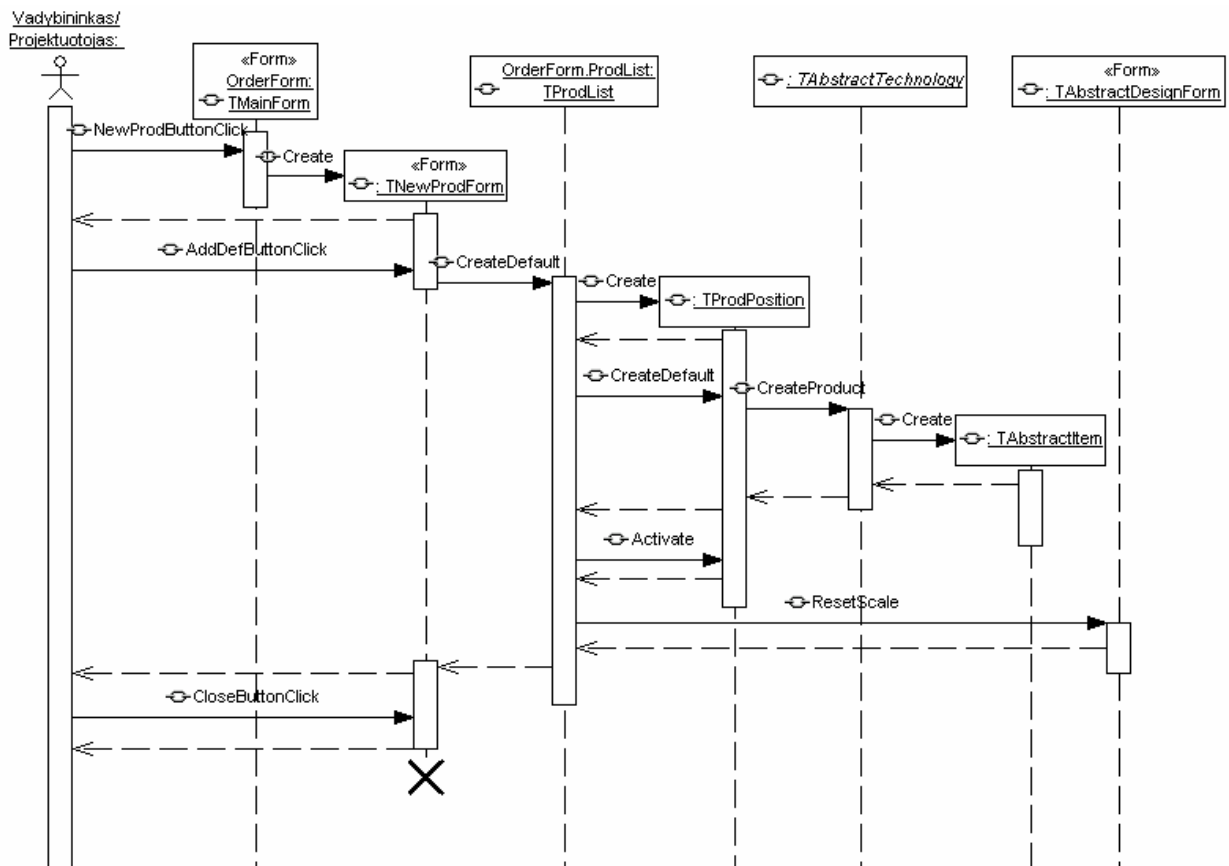
3-30 pav. Pasiruošimo profilio tempimo operacijai sekų diagrama



3-31 pav. Profilio tempimo operacijos atlikimo sekų diagrama

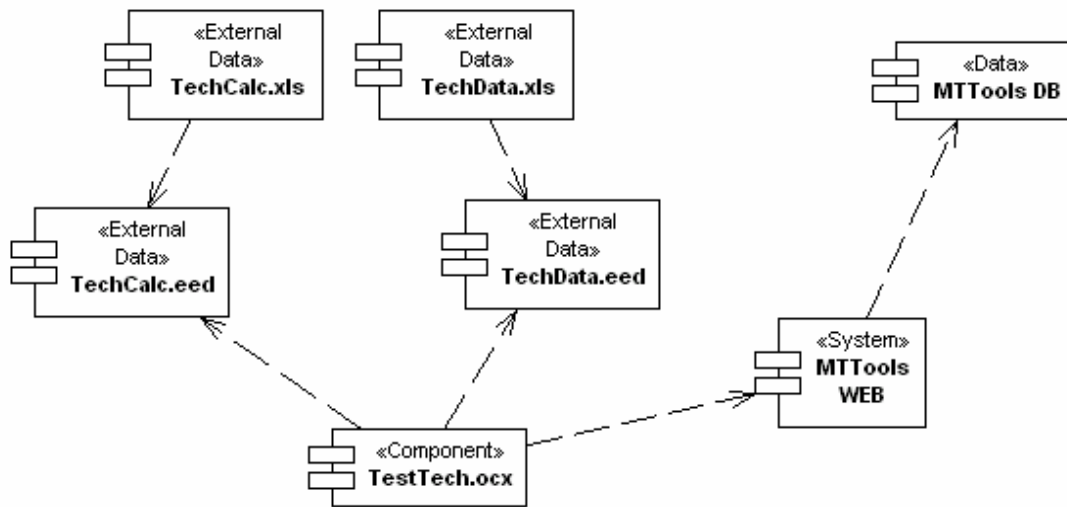


3-32 pav. Nedetalizuota technologinių skaičiavimų atlikimo sekų diagrama



3-33 pav. Naujo gaminio sukūrimo sekų diagrama

### 3.6.4. Išdėstymo vaizdas



3-34 pav. Sistemos komponentai

TechData.xls – išoriniai technologiniai duomenys;

TechCalc.xls – išorinės technologinės taisyklės;

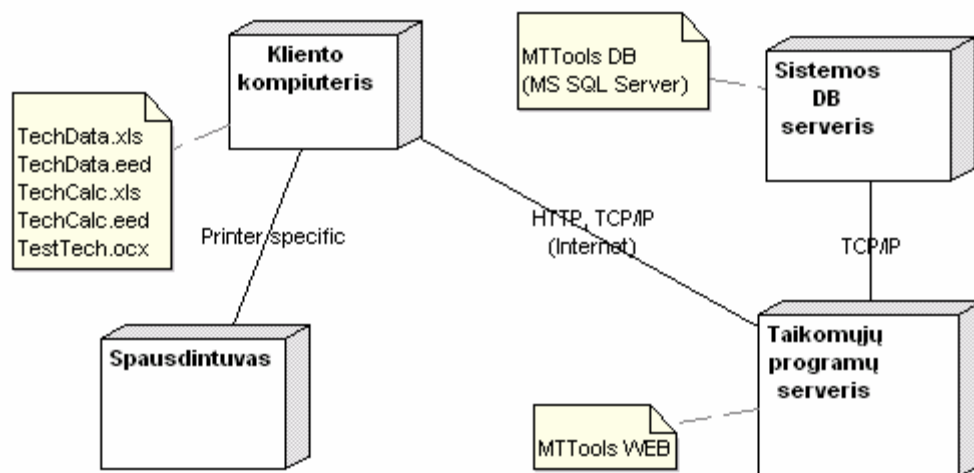
TechData.eed – TechData.xls eksportas į tekstinį failą;

TechData.eed – TechCalc.xls eksportas į tekstinį failą;

TestTech.ocx – gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo komponentas, reprezentuojantis konkrečią gamybos technologiją ir turintis savo išorinių technologinių duomenų bei taisyklių failus. TestTech.ocx talpinamas kliento kompiuteryje, aktyvuojamas iš MTTools WEB žiniatinklio sistemos. Jei kliento kompiuteryje, iš kurio bandoma aktyvuoti gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo komponentą, šio komponento nėra arba nesutampa jų versijos (taikomųjų programų serveryje yra naujesnė konkrečios gamybos technologijos komponento versija) jis yra parsiončiamas. Kartu parsiončiami ir išorinių technologinių duomenų failai.

MTTools WEB – gamybos valdymo sistema veikianti žiniatinklyje ir aktyvuojanti gaminių projektavimo komponentą;

MTTools DB – gamybos valdymo sistemos duomenų bazė;



3-35 pav. Sistemos išdėstymo pas klientą modelis

## **4. TYRIMO-EKSPERIMENTINĖ DALIS**

### **4.1. Projekto kokybės tyrimo kriterijai**

Sukurta programinė įranga tirama pagal kokybės faktorių rinkinį [16].

#### **4.1.1. Produkto veikimo kokybės faktoriai**

- Teisingumas – produktas turi atitikti vartotojo reikalavimus, ir patenkinti specifikuotus jų poreikius;
- Patikimumas – norimos funkcijos bus atliekamos su priimtiniu tikslumu;
- Efektyvumas – programai reikalingi kompiuteriniai resursai – minimizuoti. Operacijų atlikimo laikas kaip galima trumpesnis, duomenys saugomi kompaktiška forma;
- Lankstumas – ar sistema leidžia pačiam vartotojui redaguoti technologinius duomenis, specifiuoti technologines taisykles? Ar tai atliekama patogiai? Ar programinę įrangą galima pritaikyti prie konkrečios įmonės poreikių, ar galima aprašyti įvairias gamybos technologijas?
- Panaudojamumas – programos vartotojo sąsaja turi būti kaip galima aiškesnė. Pastangos, reikalingos išmokti naudotis programa – minimalios.

#### **4.1.2. Produkto peržiūros kokybės faktoriai**

- Palaikomumas – lengva rasti ir ištaisyti veikiančios programos klaidas (programa informuoja apie vykdomas operacijas, jų statusą, bei rezultatus, numatyti pranešimai vartotojui apie įvykusias klaidas ir pagalbos sistema, aprašanti klaidų taisymo būdus);
- Testuojamumas – suteikta galimybė išbandyti programos veikimą, įsitikinant kad ji teisingai atlieka norimą funkciją (paruošti pavyzdiniai, pagalbinaiai duomenų rinkiniai atitinkamoms funkcijoms, bei automatinis programos funkcionalumo testavimas;

#### **4.1.3. Produkto pereinamumo kokybės vertinimas**

- Pernešamumas – ar numatytos galimybės perkelti programą nuo vienos techninės įrangos konfigūracijos ir/arba programinės įrangos aplinkos į kitą;



- Pakartotinas panaudojamumas;
- Suderinamumas – produktas susietas su Microsoft Word ir Microsoft Excel paketais. ataskaitas galima perkelti i \*.doc ar \*.xls formato laikmenas, iš lentelių atitinkamai importuoti duomenis;

## 4.2. Projekto kokybės tyrimas

### 4.2.1. Produkto veikimo kokybės faktoriai

- Teisingumas – programinė įranga atitinka vartotojo reikalavimus ir patenkina specifikuotus jų poreikius. Programinis sprendimas buvo testuojamas remiantis sudarytu testavimo planu. Atliekant vienetų testavimą buvo susipažinta ir išmokta naudotis Borland Delphi DUnit aplinka [17]. Pritaikant šį įrankį sistemos vienetų testavimui buvo atlikta šiokių tokių korekcijų tam, kad būtų galima realiu laiku generuoti išorinėje duomenų bazėje apibrėžtą testinių atvejų kiekį. Atlikus programinės įrangos funkcinį testavimą galima daryti išvadą, jog tos funkcijos, kurios buvo testuotos, veikia sklandžiai ir su šiuo metu turimais testinių atvejų rinkiniais daugiau defektų neaptikta.  
Dokumento 8.2 skyrelyje pateiktame priede aprašomas testavimo įrankis sukurtas automatizuotam vienetų testavimui, taip pat pateikiamas sistemos vieneto testavimo pavyzdys;
- Patikimumas – Siekiant užtikrinti kuriamo produkto atliekamų geometrinių bei technologinių skaičiavimų patikimumą buvo realizuotas paklaidų kontroliavimo mechanizmas. Visi geometriniai bei technologiniai skaičiavimai yra vykdomi nurodytu tikslumu. Projekto nefunkcinių reikalavimų specifikacijoje nurodytas skaičiavimų tikslumas lygus  $1 \times 10^{-9}$ .
- Efektyvumas – Stengiantis užtikrinti, kad sistemos operacijų atlikimo laikas būtų kaip galima trumpesnis ir tenkintų specifikaciją, buvo atliekamas laikinių charakteristikų testavimas. Pradinėse sistemos veikimo charakteristikų testavimo stadijose buvo nustatyta, kad esant sudėtingesnei gaminio konstrukcijai neleistinai padidėja tokių funkcijų, kaip gaminio saugojimas, užkrovimas, koordinatinių perskaičiavimas, atlikimo greitis. Buvo atliktas šių metodų optimizavimas, ko pasekoje sumažintas minėtų funkcijų vykdymo laikas ir gautas užsakovą tenkinantis rezultatas.

Naujos ir senos sistemos versijų kai kurių laikinių charakteristikų palyginimas pateiktas 8.4 dokumento skyrelyje esančiame priede;

- Lankstumas – Sistemos technologiniai duomenys bei taisyklės yra saugomi Microsoft Excel paketo dokumentuose. Tai užtikrina patogų ir lankstų duomenų redagavimą, filtravimą ir kitokią interpretavimą už sistemos ribų.

Programos išorinių duomenų bei technologinių taisyklių lankstų valdymą iliustruojantys pavyzdžiai aprašyti 8.3 dokumento skyrelyje pateiktame priede;

Sistemoje galima aprašyti skirtingas gamybos technologijas, kiekvieną technologiją reprezentuoja atskiras OCX komponentas, kuris turi savo technologinių duomenų bei taisyklių failus. Duomenų failuose galima specifikuoti konkrečiai technologijai būdingas taisykles (pvz., konstantų sąrašus, profilių ilgių korekcijos duomenis, varčių kaustymo taisykles ir pan.);

- Panaudojamumas – Sistemos vartotojo sąsaja reikalauja minimalių pastangų norint išmokti naudotis sukurtu produktu. Programinė įranga pateikiama su mokomąja medžiaga.

#### **4.2.2. Produkto peržiūros kokybės faktoriai**

- Palaikomumas – sistemoje kol kas nėra pilnai realizuotas klaidų valdymo bei prevencijos mechanizmas. Sistema vartotojui neleidžia į projektuojamą gaminį įdėti netinkamų elementų, tačiau dar nėra realizuotas gaminio duomenų struktūros modifikavimo mechanizmas, kada tempiant gaminio konstrukciją reikia atlikti eilę struktūrinių pakeitimų, kai tempiamas profilis keičia savo atraminį profilį. Pasitarus su užsakovu šios problemos sprendimas buvo atidėtas ir vykdomi kiti, aukštesnį prioritetą turintys projekto darbai;
- Testuojamumas – testuojant produktą buvo sukurta automatizuoto vienetų testavimo programa, atliekamas regresinis testavimas, veikimo charakteristikų, vartotojo sąsajos testavimas;

#### **4.2.3. Produkto pereinamumo kokybės vertinimas**

- Pernešamumas – produkto reikalavimų specifikacijoje buvo numatyta, jog sistema turi būti suderinta ir veikti Microsoft Windows 2000/XP operacinėse sistemos, todėl kol kas sistemos negalima pernešti prie kitos operacinių sistemų šeimos;

- Pakartotinas panaudojamumas – produktas buvo kurtas remiantis objektinio programavimo bei komponentinio programavimo principais. Todėl ateityje bus galima pakartotinai panaudoti tam tikrus programinės įrangos komponentus (pvz., realizuojant naują gamybos technologiją bus galima pakartotinai panaudoti abstrakčių gamybos technologijų komponentus);
- Suderinamumas – produktas yra susietas su Microsoft Excel paketu. Šio paketo dokumentuose saugomi išoriniai technologiniai duomenys bei technologinės taisyklės. Yra realizuota sąsaja duomenų importavimui;

### **4.3. Sistemos tolensnė vizija**

Artimiausioje ateityje planuojama:

- Pilnai realizuoti klaidų valdymo bei prevencijos mechanizmą (sistemoje dar nėra realizuotas gaminio duomenų struktūros modifikavimo mechanizmas, kada tempiant gaminio konstrukciją reikia atlikti eilę struktūrinių pakeitimų, kai tempiamas profilis keičia savo atraminį profilį. Taip pat reikėtų tobulinti klaidų prevencijos bei notifikacijos mechanizmą technologinių duomenų bei taisyklių aprašymo mechanizme);

Projektuojant ir realizuojant programinį sprendimą iškilo keletas idėjų, kurias būtų galima realizuoti ateityje – sistemos vystymo fazėje:

- Gaminio projektavimo metu realizuoti funkcijas kombinuotam elementų įdėjimui (pvz., iš karto skaidyti gaminio konstrukciją daugiau nei vienu impostu. Vartotojas atlikdamas fragmento skaidymo funkciją nurodo impostų kiekį horizontalia bei vertikalia kryptimi, tarkime 2x3);
- Atvaizduoti konstrukcijos profilių tarpusavio jungimosi pjūvius;

## 5. IŠVADOS

Šiuo darbu buvo siekiama patobulinti gamybinių užsakymų projektavimo ir valdymo programinę įrangą.

1. Atlikus taikymo srities analizę, buvo išanalizuoti principiniai gaminių projektavimo bei įvertinimo metodai, ištirti vartotojų poreikiai. Tam, kad juos realizuoti, panaudoti šie programinės įrangos kūrimo metodai bei technologijos:
  - a. Dinaminis sistemų kūrimo metodas – pasirinkimą lėmė taikymo srities sudėtingumas, didelis funkcinų bei nefunkcinų reikalavimų kiekis bei plati ir dažnai kintanti gamybos technologijų įvairovė;
  - b. Objektiškai orientuotas projektavimas bei programavimas, siekiant paprastesnio sistemos tobulinimo ateityje bei galimybės pakartotinai panaudoti programinės įrangos elementus;
  - c. Komponentinis programavimas. Sistema sukurta kaip OCX komponentas. Vienas gaminių projektavimo OCX komponentas reprezentuos konkrečią gaminių projektavimo technologiją. Taip realizuota galimybė tam pačiam vartotojui dirbti su skirtingomis gamybos technologijomis;
2. Remiantis objektiškai orientuota projektavimo metodologija suprojektuota gaminio grafinio-informacinio modelio valdymo duomenų struktūra, kuri leido lanksčiai ir greitai projektuoti ir įvertinti netaisyklingų konstrukcijų gaminius;
3. Sudarytas gaminio savybių valdymo mechanizmas suteikė galimybę lanksčiai apibrėžti savybių sąrašą kiekvienam gaminio konstrukciniam elementui;
4. Suprojektuotas išorinių duomenų aprašymo mechanizmas, leido lanksčiau specifikuoti technologines gamybos taisykles, pereiti prie sudėtingesnių gamybos technologijų aprašymo;
5. Sistema išbandyta su realiais gamybiniais, tenkina funkcinų reikalavimų specifikaciją yra lankstesnė ir leidžia tiksliau įvertinti gaminio sąnaudas;

## 6. LITERATŪRA

1. Sniečkus V., Popovas V., Jarmolajev A., *Kompleksinis inžinerinių uždavinių sprendimas, taikant integruotas kompiuterinio projektavimo sistemas*, 1999, [Žiūrėta 2005-03-06]. Prieiga per internetą: [http://www.inre.lt/download/publikacijos/m\\_1999\\_1.pdf](http://www.inre.lt/download/publikacijos/m_1999_1.pdf);
2. Popovas V., Jarmolajev A., *Šiuolaikinių kompiuterinio projektavimo sistemų vystymosi tendencijos*// Statyba ir architektūra, 1998 rugsėjis, [Žiūrėta 2005-03-10]. Prieiga per internetą: [http://www.inre.lt/download/publikacijos/sa\\_09\\_98.pdf](http://www.inre.lt/download/publikacijos/sa_09_98.pdf);
3. Da Cunha R. R. M., Dias A., *Mechanical Design Data Approach Based on Objects and Features*, 2001. [Žiūrėta 2005-03-10]. Prieiga per internetą: [http://www.emc.ufsc.br/~ricardo/download/CIRP2001\\_RRMCUNHA.pdf](http://www.emc.ufsc.br/~ricardo/download/CIRP2001_RRMCUNHA.pdf);
4. Grigorjeva T., Popovas V., Jarmolajev A., *Šiuolaikinės automatizuotos projektavimo sistemos*// Nauja statyba, 2003 gegužė, [Žiūrėta 2005-03-15]. Prieiga per internetą: [http://www.inre.lt/download/publikacijos/statyba\\_06\\_03.pdf](http://www.inre.lt/download/publikacijos/statyba_06_03.pdf);
5. Grigorjeva T., Popovas V., Jarmolajev A., *Šiuolaikinės automatizuotos projektavimo sistemos (tesinys)*// Nauja statyba, 2003 liepa, [Žiūrėta 2005-03-15]. Prieiga per internetą: [http://www.inre.lt/download/publikacijos/statyba\\_07\\_03.pdf](http://www.inre.lt/download/publikacijos/statyba_07_03.pdf);
6. Hugh J., *Integration and Automation of Manufacturing Systems*, 2001, [Žiūrėta 2005-04-06]. Prieiga per internetą: <http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/books/integrated/pdf/integratedbook.pdf>;
7. Ustinovičius L., Popovas V., Mikalauskas S., *Technique for Computer Aided Valuation of Economic Indicators of a Construction Project*, 2004, [Žiūrėta 2005-03-20]. Prieiga per internetą: [http://www.inre.lt/download/publikacijos/m\\_2004\\_2.pdf](http://www.inre.lt/download/publikacijos/m_2004_2.pdf);
8. Mikalauskas S., Popovas M., *SES 2000 - Automatizuotas sąmatų sudarymas Microstation Triforma terpėje*// Nauja statyba, 2003 gruodis, [Žiūrėta 2005-04-01]. Prieiga per internetą: [http://www.inre.lt/download/publikacijos/statyba\\_10\\_03.pdf](http://www.inre.lt/download/publikacijos/statyba_10_03.pdf);

9. Hugh J., *Design Engineer On A Disk*, 2001, [Žiūrėta 2005-04-10]. Prieiga per internetą: <http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/eod/pdf/design.pdf>;
10. Dynamic System Development Method Consortium. [Žiūrėta 2005-04-12]. Prieiga per internetą: <http://www.dsdm.org>;
11. Bilke A., Klischat O., Kriegel E. U., *Component-Based Software Development – A Practitioner's View*, 2002. [Žiūrėta 2005-04-13]. Prieiga per internetą: [http://www.sdpsnet.org/journals/vol6-4/5\\_4.KriegelP52P62.pdf](http://www.sdpsnet.org/journals/vol6-4/5_4.KriegelP52P62.pdf);
12. Teixeira S., Pacheco X. *Delphi 5 Developer's Guide*. – Indianapolis, IN, USA: SAMS, 2000. – 1556 p.;
13. The PABADIS Consortium. *ERP-Interface Specification and Design*, 2001. [Žiūrėta 2005-04-14]. Prieiga per internetą: [http://www.pabadis.org/downloads/pabadis\\_del\\_1\\_5.pdf](http://www.pabadis.org/downloads/pabadis_del_1_5.pdf);
14. Toleikis Š., *Pagrindinės verslo programų integravimo technologijos*// Kompiuterija, 2003 rugsėjis;
15. Fenner J., *Enterprise Application Integration Techniques*, 2002. [Žiūrėta 2005-04-18]. Prieiga per internetą: <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/W.Emmerich/lectures/3C05-02-03/aswe21-essay.pdf>;
16. Cottorell M., Hughes B., *Software Project Management*. Oxford and Northmton, Great Britan, 1995;
17. Groves M., *Automated Unit Testing in Delphi*, 2002. [Žiūrėta 2005-05-10]. Prieiga per internetą: <http://www.adug.org.au/meetings/Symposia/2002/UnitTestingPrint.pdf>;

## 7. TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

### 7.1. Taikymo srities terminai

**Apkaustai** (rus. *Фурнитура*, angl. *Furniture*)

Lango ar durų varčios uždarymo fiksavimo mechanizmas;

**Impostas** (rus. *Импорт*)

Profilis, skirtas lango ar durų fragmento skaidymui. Atliekant skaidymą, fragmento užpildymas skaidomas į du;

**Jungiamasis profilis**

Profilis, naudojamas sujungti kelis atskirus gaminius (pvz., balkono blokas);

**Popalanginis profilis**

Profilis, montuojamas po apatiniu lango rėmo profiliu. Į popalanginį profilį remiasi palangė. Profilis pagal poreikį gali būti dedamas arba ne.

**Pastorinamasis profilis**

Profilis, montuojamas prie gaminio rėmo profilio vidinės pusės arba prie vidinių gaminio konstrukcijos profilių. Skirtas praplatinti norimą profilio segmentą ir susiaurinti konkrečiame gaminio fragmente esančio užpildymo arba varčios matmenis;

**Praplatinamasis profilis**

Profilis, montuojamas prie gaminio rėmo profilio išorės arba tarp gaminio rėmo ir jungiamojo profilių. Skirtas praplatinti gaminio konstrukciją tam, kad ji būtų tinkamai įmontuota į angą;

**PVC** (angl. *PolyVinyl Chloride*)

Polivinilo chloridas, sintetinė termoplastinė medžiaga, vertinama dėl skaidrumo, nedidelio svorio, atsparumo įvairiems riebalams ir rūgštims, korozijai. Ji pasižymi puikiomis mechaninėmis ir izoliacinėmis savybėmis, nepraleidžia dujų ir kvapų.

**Rėmo profilis** (rus. *Рам*)

Profilis, formuojantis lango ar durų rėmo kontūrą;

**Šproselis** (rus. *Шпос*, vok. *Sprosse*)

Dekoratyviniis skirtukas, skirtas imituoti vizualų stiklo paketo dalinimą. Gali būti klijuojamas ant stiklo paketo, talpinamas stiklo paketo viduje;

**Štulpas** (rus. *Штульп*)

Profilis prisukamas prie varčios profilio, į kurį remsis kita varčia;

**Užpildymas**

Stiklo paketas arba kita neorganinė medžiaga, naudojama užpildyti lango arba durų fragmentą;

**Varčia** (rus. *Створка*, vok. *Flügel*)

Atidaromas, atverčiamas lango arba durų fragmentas;

**Varčios profilis**

Profilis, formuojantis lango ar durų varčios kontūrą;

**Varčios falcas**

Varčios matmuo, aplink kurį dedasi apkaustai;



## 7.2. Kompiuteriniai terminai

### **ActiveX**

Technologijų visuma, kuri leidžia kurti programinius komponentus, galinčius laisvai sąveikauti tinklo aplinkoje nepriklausomai nuo jų realizavimo kalbos. Tokio tipo komponentai gali būti naudojami tiek įvairiose programavimo terpėse, tiek tinklalapiuose;

### **ADO** (angl. *ActiveX Data Object*)

Sąsaja, kuri suteikia greitą ir universalų metodą prieiti prie įvairių duomenų bazių;

### **API** (angl. *Application Programming Interface*)

Programinės įrangos kūrimo sąsaja;

### **CAD** (angl. *Computer Aided Design*)

Kompiuterizuotas projektavimas;

### **CAE** (angl. *Computer Aided Engineering*)

CAD pagalba suprojektuotų konstrukcijų analizė;

### **CAM** (angl. *Computer Aided Manufacturing*)

Kompiuterizuota gamyba;

### **CAPP** (angl. *Computer Aided Process Planning*)

Kompiuterizuotas gamybos skirstymas į procesus, gamybos įrankių parinkimas;

### **CBD** (angl. *Component-Based Development*),

### **CBSE** (angl. *Component-Based Software Engineering*)

Komponentinis sistemų kūrimo metodas;

### **COM** (angl. *Component Object Model*)

Komponentinis objektų modelis;

**DLL** (angl. *Dynamic Link Library*)

Dinaminių jungčių biblioteka;

**DSDM** (angl. *Dinamic Systems Development Method*)

Dinaminis sistemų kūrimo metodas;

**OCX** (angl. *OLE Control eXtension*)

Technologija leidžianti kurti nepriklausomus programinius modulius, kurie gali praplėsti kuriamos programų sistemos funkcionalumą. Ši technologija paremta OLE ir COM technologijomis, yra VBX technologijos tęsinys ir ActiveX technologijos pagrindas;

**OLE** (angl. *Objects Linking and Embedding*)

Objektų susiejimo ir įterpimo technologija, kai vieno dokumento objektus galima panaudoti kituose, juos susiejant su atitinkamomis programomis;

**OS** (angl. *Operating System*)

Operacinė sistema;

**PPC** (angl. *Production Planning and Control*)

Konkrečių gamybos procesų planavimas, tvarkaraščio sudarymas;

**RAD** (angl. *Rapid Application Development*)

Greitas programinių sistemų kūrimo metodas;

**RMI** (angl. *Remote Method Invocation*)

Nutolusio objekto metodo iškviatimo technologija;

**RPC** (angl. *Remote Procedural Call*)

Nutolusios procedūros iškviatimo technologija;

**RUP** (angl. *Rational Unified Process*)

Rational unifikuotas procesas, apibendrintas projektavimo metodas;

**UML** (angl. *Unified Modeling Language*)

Unifikuota modeliavimo kalba;

**XML** (angl. *Extensible Markup Language*)

Universali išplečiama dokumentų formatavimo kalba;










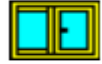
## 8. PRIEDAI

### 8.1. Prototipų analizė

Priede detaliai išanalizuotos šios vizualaus langų, durų bei panašių gaminių projektavimo sistemos:

- Klaes-Software House “Klaes”;
- ALTEC “Optima WIN 5”;
- Самарские Оконные Конструкции „Окнограф“;
- Международная Академия Информационных Технологий „WinTECS 2.5“;
- Another Dimension Group „Расчет Конструкций“;
- КСТ Софт „СуперОкна5“;
- Schüco International KG „CAD-Bibliothek“, „Statik“, „U<sub>w</sub>Cal“;
- WinkHaus Polska „WH Okna“;
- UAB Proginta „Multi Technological Tools“;
- T. Laurinavičius “Langų projektavimas”.

8-1 lentelė. Analizuojami programinės įrangos prototipai











Logotipas										
Gamintojas	<a href="#">Klaes-Software House</a>	<a href="#">ALTEC</a>	<a href="#">Самарские Оконные Конструкции</a>	<a href="#">Международная Академия Информационных Технологий</a>	<a href="#">Another Dimension Group</a>	<a href="#">KCT Софт</a>	<a href="#">Schüco International KG</a>	<a href="#">WinkHaus Polska</a>	<a href="#">UAB Proginta</a>	T. Laurinavičius
Valstybė	Vokietija	Rusija	Rusija	Rusija	Ukraina	Rusija	Vokietija	Lenkija	Lietuva	Lietuva
Produktas (-ai)	„Klaes“	„Optima WIN 5“	„Окнограф“	„WinTECS 2.5“ (anksčiau WinMaster)	„Расчет Конструкций“	„СуперОкна5“	„CAD-Bibliothek“ „Statik“ „UwCal“	„WH Okna“	„Multi Technological Tools“	„Langų projektavimas“
Kaina	~4500-241000Lt, (13000-70000 € <sup>1</sup> )	~2600-12000Lt, (750-3500 € <sup>2</sup> )	~1700-6500Lt, (650-2469 \$ <sup>2</sup> )	~2000-4600Lt, (600-1350 € <sup>2</sup> )	Nežinoma <sup>3</sup>	Nežinoma <sup>3</sup>	Nemokama <sup>4</sup>	Nemokama <sup>4</sup>	Nuo 8000 Lt <sup>2</sup>	3500-7000 Lt <sup>1</sup>
Operacinė sistema	Windows	Windows	Windows	Windows	Windows	Windows	Windows	Windows	Windows	Windows
Demo	Ne	Taip	Taip	Taip	Taip	Taip	Taip	Taip	Ne	Ne











<sup>1</sup> Apytikslė kaina, gauta ne iš oficialių šaltinių.











<sup>2</sup> Oficiali, programinės įrangos autorių paskelbta kaina, gauta iš oficialaus tinklapio arba tiesiogiai iš kompanijos atstovų.

<sup>3</sup> Programinės įrangos kainos nepavyko sužinoti nei oficialiose kompanijų svetainėse, nei bandant susisiekti su programų kūrėjais el. paštu.

<sup>4</sup> Visiškai arba dalinai nemokama (simbolinė) kaina. Šios sąlygos taikomos tik tuomet, kuomet įmonė, norinti įsigyti programinę įrangą, gamyboje naudoja programinį sprendimą siūlančios kompanijos produkciją (pvz. apkaustus, profilius).

Logotipas										
Aliuminio technologijos	•	•			•					
Plastiko technologijos	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Medžio technologijos	•	•			•				•	
Tiesinės taisyklingos konstrukcijos	•	•	•	•	•	•		•	•	•
Tiesinės netaisyklingos konstrukcijos	•	•	•	•	•	•		•		•
Arkinės konstrukcijos	•	•	•	•	•	•		•		•
Gamybinės dokumentacijos ruošimas	•	•	•	•	•	•		•	•	•
Komercinės dokumentacijos ruošimas	•	•	•	•	•	•		•	•	•
Gamybos terminų ir pajėgumų įvertinimas	•	•	•	•	•	•		•	•	
Automatinis gamybos partijų sudarymas	•							•	•	
Gamybinių įrengimų valdymas <i>online</i> režime (aliuminiui)	•									
Gamybinių įrengimų valdymas <i>online</i> režime (medžiui)	•								•	
Gamybinių įrengimų valdymas <i>online</i> režime (PVC)	•							•		
Ryšys su buhalterinės apskaitos programomis	•							•	•	

Logotipas										
Atsiskaitymų kontrolė	•	•	•	•	•	•		•	•	
Kainų įvertinimo administravimas	•	•		•	•	•		•	•	•
Kainų lentelės ir automatinis generavimas	•	•		•	•	•		•		
Pardavimų statistika	•	•	•	•	•	•		•	•	
Statistinis konstrukcijos atsparumo, maksimalių, minimalių galimų matmenų paskaičiavimas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Užsakymo priedų valdymas	•	•	•	•	•	•		•	•	•
Gaminių šablonai	•	•		•		•		•		•
Gaminiai atskirti jungiamuoju profiliu projektuojami kaip vienas	•	•	•	•	•	•		•	•	
Profilių supjovimo optimizavimas	•	•			•			•	•	
Užpildymų supjovimo optimizavimas	•				•			•	•	
Atraizų įvertinimas ir valdymas	•	•			•			•	•	
Profilių jungimosi tipo keitimas	•					•				
Automatinis užpildymų	•	•			•	•		•	•	•

Logotipas										
išlyginimas										
Automatinis profilių išlyginimas	•	•			•	•		•	•	•
Brūkšinių kodų apdorojimas, spausdinimas	•							•	•	
Medžiagų paskirstymas po cecho vežimėlius	•							•	•	
Langinių roletų valdymas	•	•			•	•		•	•	
Sandėlio valdymas	•	•	•		•	•		•	•	
Darbas tinkle	•	•	•	•	•	•		•	•	
Ryšys su nutolusiais filialais	•	•	•	•	•	•		•	•	
Profilių pjūvių CAD brėžinių biblioteka							•			
Profilių tarpusavio sąveikos pjūvių dokumentacija	•									
Versija delniniams kompiuteriams	•									
Apsaugos mechanizmas	Elektroninis raktas	Nežinoma	Nežinoma	Elektroninis raktas	Nežinoma	Nežinoma	Nėra	Nežinoma	Elektroninis raktas	Nežinoma

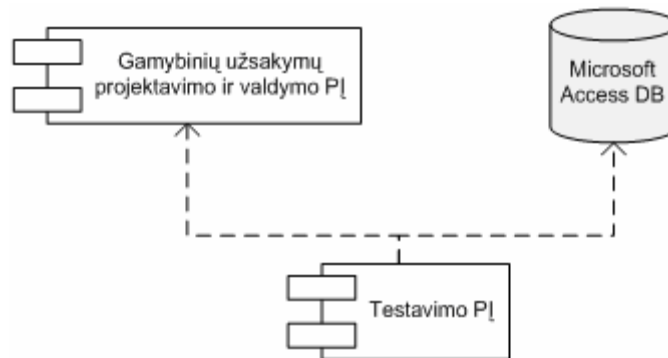


Prototipų analizė (8-1 lentelė) atlikta remiantis šiais literatūriniais šaltiniais:

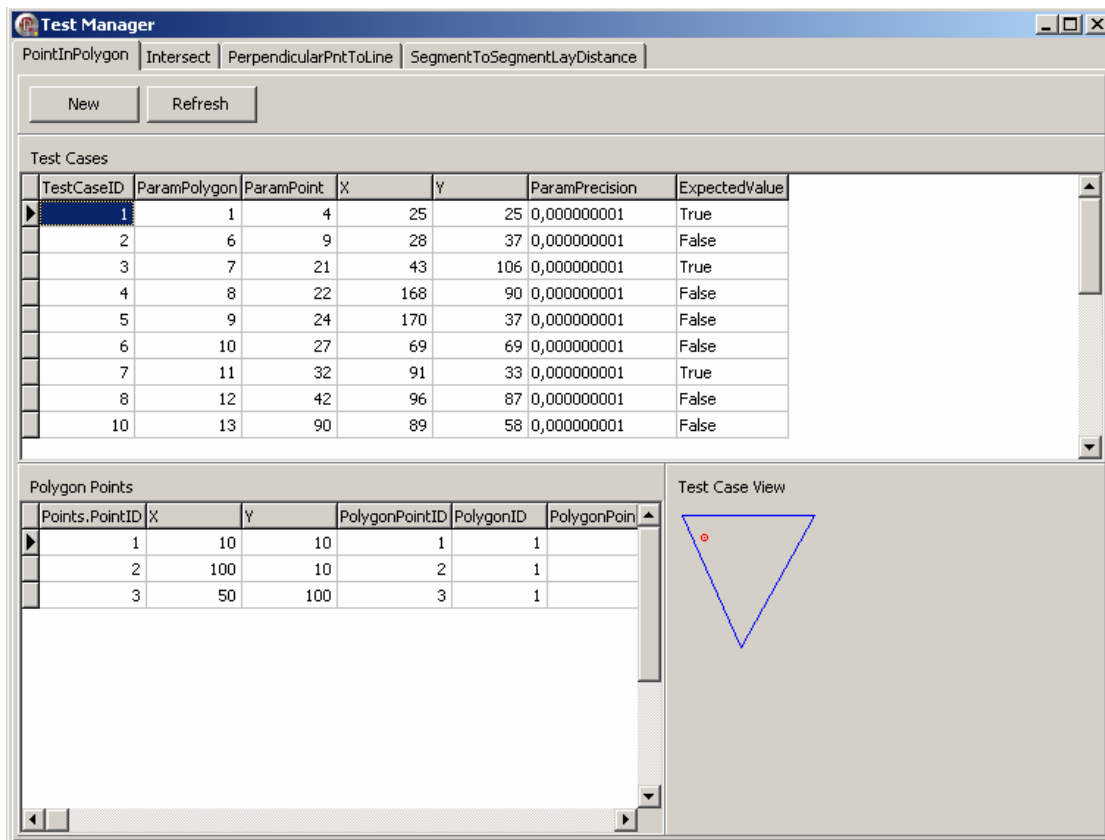
1. WH Okna – WinkHaus Polska (Lenkija). [Žiūrėta 2005-04-06]. Prieiga per internetą: <http://www.whokna.winkhaus.pl>;
2. Расчет Конструкций – Another Dimension Group (Ukraina). [Žiūrėta 2005-04-08]. Prieiga per internetą: <http://www.adgroup.com.ua>;
3. Супер Окна 5 – КСТ Софт (Rusija). [Žiūrėta 2005-04-10]. Prieiga per internetą: <http://www.kctsoft.ru>;
4. Schüco International KG (Vokietija). [Žiūrėta 2005-04-12]. Prieiga per internetą: <http://www.schueco.de>;
5. WinTECS 2.5 – Международная Академия Информационных Технологий (МАИТ) (Rusija). [Žiūrėta 2005-04-12]. Prieiga per internetą: <http://www.wintecs.ru>;
6. MTTools (angl. *Multi Technological Tools*) – UAB „Proginta“ (Lietuva). [Žiūrėta 2004-09-14]. Prieiga per internetą: <http://www.proginta.lt>;
7. Optima WIN 5 – ALTEC (Rusija). [Žiūrėta 2005-04-16]. Prieiga per internetą: <http://www.altec.ru>;
8. Окнограф – Самарские Оконные Конструкции (Rusija). [Žiūrėta 2005-04-18]. Prieiga per internetą: <http://www.oknograf.ru>;
9. Klaes – Klaes-Software House (Vokietija). [Žiūrėta 2005-04-20]. Prieiga per internetą: - <http://www.edv-klaes.de>;

## 8.2. Automatizuoto sistemos vienetų testavimo įrankis

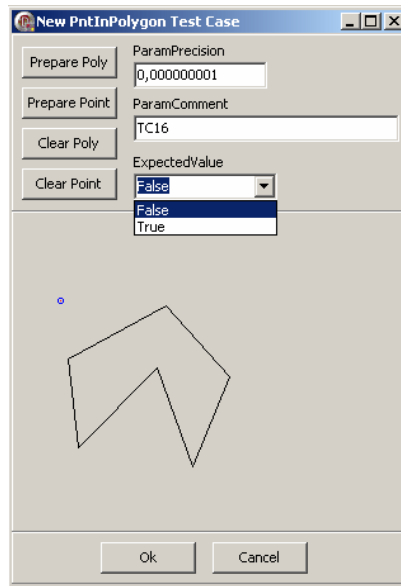
Vykdamas automatizuotą sistemos vienetų testavimą buvo sukurta testavimo programa, atliekanti funkcinį vienetų testavimą. Testiniai atvejai bei testinių atvejų duomenų aibės buvo saugomi duomenų „baseine“ (angl. *Data pool*), kuris realizuotas Microsoft Access duomenų bazėje. Automatizuoto vienetų testavimo programa buvo sukurta naudojant Borland Delphi 2005 DUnit Framework (testinių atvejų registravimas, testų vykdymas, gautų rezultatų palyginimas su tikėtiniais) bei ADO komponentų grupę (sąsajos tarp testinių atvejų duomenų bazės ir testavimo programos realizacija).



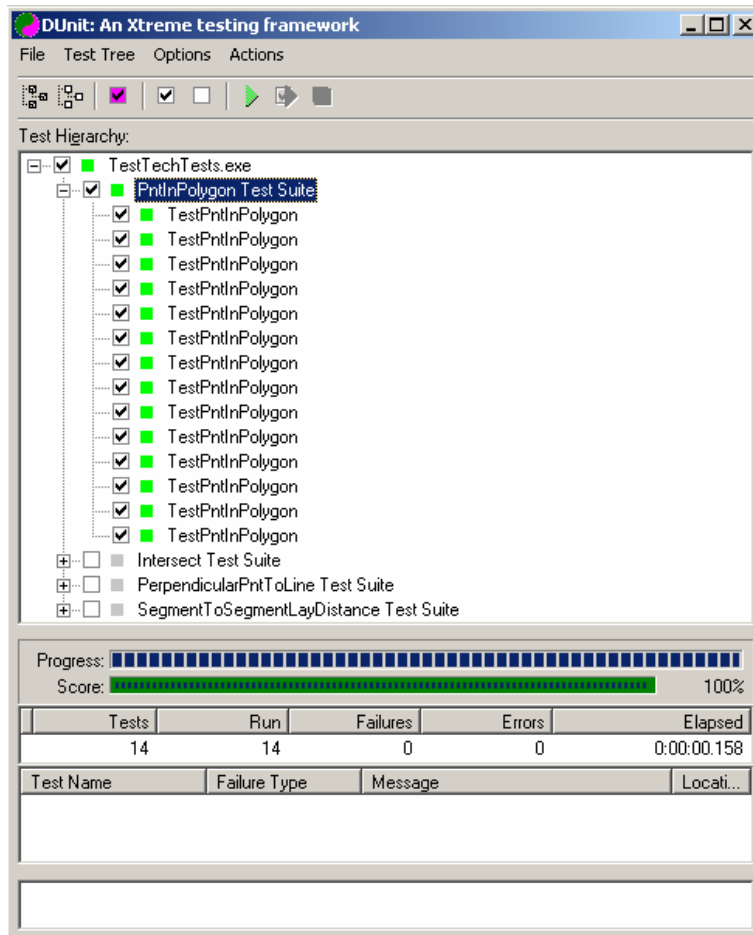
8-1 pav. Automatizuoto vienetų testavimo koncepcija



8-2 pav. Struktūrinis metodo TGeometryCalc.PntInPolygon testavimas



8-3 pav. Naujo testinio atvejo generavimas metodui TGeometryCalc.PntInPolygon



8-4 pav. Testavimo rezultatai metodui TGeometryCalc.PntInPolygon

### 8.3. Išorinių technologinių duomenų bei taisyklių aprašymas

Sistemoje vartotojas pats gali lanksčiai valdyti technologinius duomenis bei aprašyti technologines taisykles, būdingas konkrečiai gamybos technologijai. Technologiniai duomenys bei taisyklės saugomos Microsoft Excel paketo dokumentuose:

- TechData.xls – konkrečios technologijos duomenys;
- TechCalc.xls – konkrečios technologijos taisyklės.

8-5 pav. iliustruoja kaip lanksčiai galima aprašyti konkretaus profilio ilgio koregavimo taisykles. Faile *TechData.xls* lape *Profiliai* saugomame profilių sąraše kiekvienam profiliui nurodomas jo ilgio korekcijos identifikatorius. Identifikatorius susieja konkretų profilį su jo ilgio korekcijos informacija, kuri saugoma faile *TechCalc.xls* lape *Prof. korekc.* Ilgio korekcijos duomenų kiekvienam profilio galui ieškoma atskirai. Profilių ilgių korekcijos lentelėje *Sąveik. prof. tipas* stulpelyje specifikuojamas profilio, su kuriuo turi sąveikauti analizuojamo profilio galas, tipas. Aptikus sąlygą tenkinančią eilutę randama kiek konkrečiai sutrumpėja arba pailgėja konkretaus profilio galas, kaip keičiasi jo armatūros ilgis ir t. t.:

PROFILIAI											
Ident.	Tipas	Sistema	Grupė	Filteras	Plotis	Delta	Stiklo korek.	Ilgio korek. ident.	Stiklaj. ident.	Techn. ident.	Komentaras
R085	F	VEKA	SoftLine AD 9mm		82,0	64,0	0	ciF085	SL	tiF085	Remas 85
R097	F	VEKA	SoftLine AD 9mm		55,0	37,0	0	ciF097	SL	tiF097	Remas 100
R086	F	VEKA	SoftLine AD 9mm		67,0	49,0	0	ciF086	SL	tiF086	Remas 86
S087	I	VEKA	SoftLine AD 9mm		82,0	46,0	0	ciI087	SL	tiI087	56mmPagrindinis impostas
S103	I	VEKA	SoftLine AD 9mm		82,0	46,0	0	ciI103	SL	tiI103	58mmPagrindinis impostas
S089	T	VEKA	SoftLine AD 9mm		40,0	16,0	0	ciT089	SL	tiT089	Laisvas impostas 089
S086	T	VEKA	SoftLine AD 9mm		58,0	34,0	0	ciT086	SL	tiT086	Laisvas impostas 086
103.196	S	VEKA	SoftLine AD 9mm		82,0	64,0	0	ciS196	SL	tiS196	Lango varčia
V100	S	VEKA	SoftLine AD 9mm		67,0	49,0	0	ciS100	SL	tiS100	Lango varčia 100
V122	S	VEKA	SoftLine AD 9mm		100,0	82,0	0	ciS122	SL	tiS122	Vidaus durų varčia (atsidaro į vidų)
V125	S	VEKA	SoftLine AD 9mm		100,0	82,0	0	ciS125	SL	tiS125	Vidaus durų varčia (atsidaro į išorę)
J029	C	VEKA	SoftLine AD 9mm		14,0	14,0	0	crC	SL	tiC029	Jungimas
J028	C	VEKA	SoftLine AD 9mm		14,0	14,0	0	crC	SL	tiC028	Jungimas
J028.J029	C	VEKA	SoftLine AD 9mm		14,0	14,0	0	crC	SL	tiC028.C029	Jungimas
J005	C	VEKA	SoftLine AD 9mm		2,0	2,0	0	crC	SL	tiC005	BD jungimas su vitrina
J013	C	VEKA	SoftLine AD 9mm		2,0	2,0	0	crC	SL	tiC013	Jungimas
J007	C	VEKA	SoftLine AD 9mm		48,5	48,5	0	crC	SL	tiC007	Jungimas
J012	C	VEKA	SoftLine AD 9mm		3,0	3,0	0	crC	SL	tiC012	Jungimas
P100	E	VEKA	SoftLine AD 9mm		100,0	100,0	0	crE	SL	tiE100	Praplatinimas 100
P30	E	VEKA	SoftLine AD 9mm		30,0	30,0	0	crE	SL	tiE30	Praplatinimas 30
P45	E	VEKA	SoftLine AD 9mm		45,0	45,0	0	crE	SL	tiE45	Praplatinimas 45

PROFILIŲ ILGIŲ KOREKCIJOS							
Ident.	Prof. ilgio korekcija	Arm. ilgio korekcija	Jungimo tipas	Techn. ident.	Sąveik. prof. tipas	Kitos sąlygos	Komentaras
ciF086	0	0	M		DoorStepLong		
ciF086	0	0	M		Marginal		
ciF086	SD	-1	V		Frame		
ciI087	3	-2	M	tiHit016			
ciI103	3	-2	M	tiHit016			
ciI200	3	-2	M	tiHit200.1			

8-5 pav. Profilio ilgio koregavimo taisyklių aprašymas

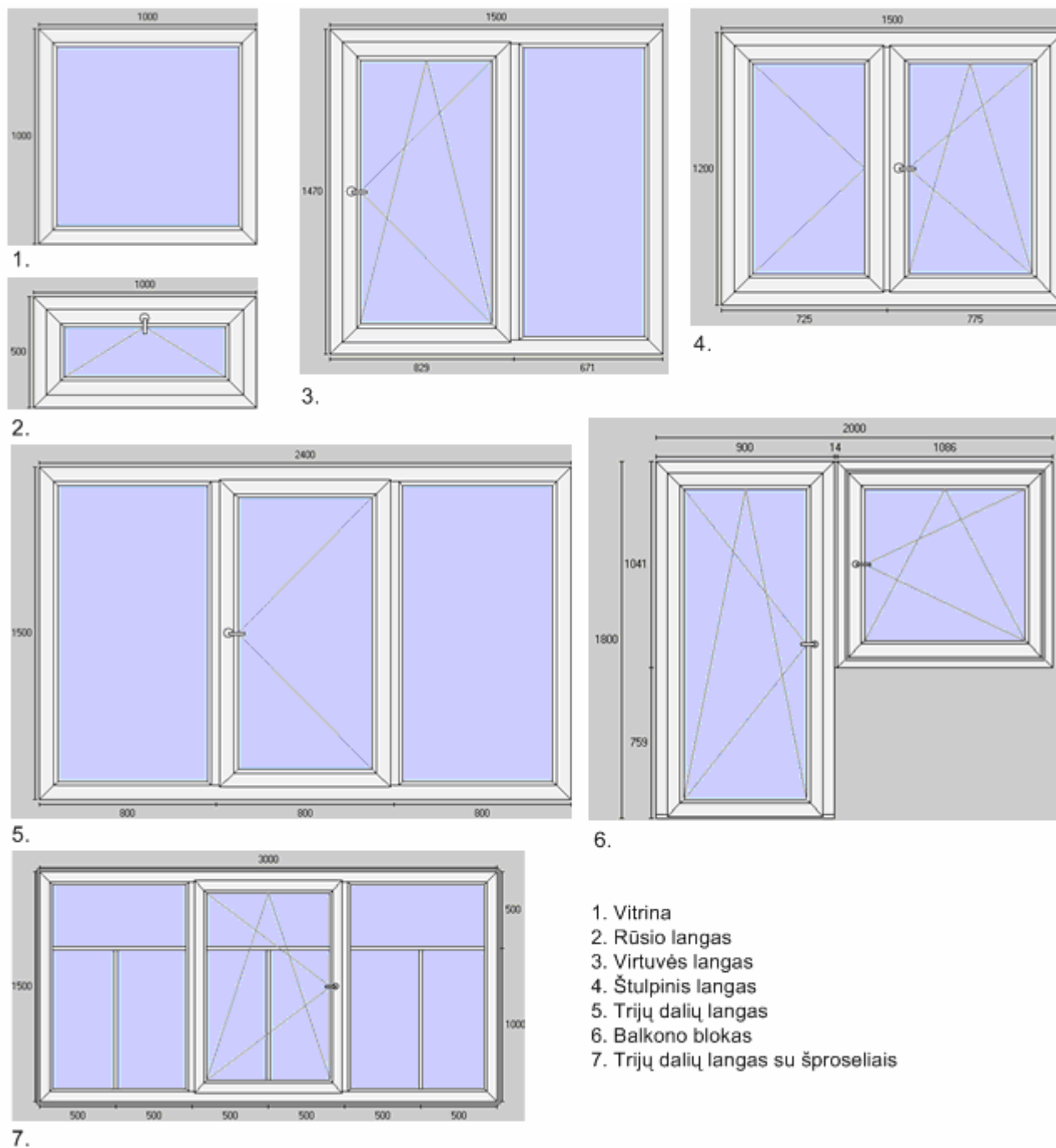
8-6 pav. iliustruoja lankstų gaminio varčių kaustymo technologinių taisyklių aprašymą. Šios taisyklės naudojamos tuomet, kada formuojamas gaminiui pagaminti reikiamų medžiagų sąrašas. Sistema į gaminio medžiagų sąrašą įtraukia tik tas apkaustų detales, kurios tenkina aprašytas sąlygas. Sąlygas (pvz., Prof. grupė, Varstymo tipas, FFB nuo ir kt.) sistemos vartotojas gali aprašyti pats ir taip valdyti varčių kaustymo procesą:

APKAUSTŲ TECHNOLOGIJA																								
Ident.	Detalės kodas	Kiekis	Pried. grupė	Rekurs. ident.	Gaminio tipas	Apk. grupė	Prof. sistema	Prof. grupė	Varstymo tipas	FFB nuo	FFB iki	FFH nuo	FFH iki	Rankena	Rankenos pozicija	Štulpas	Saugos lygis	Sukėlėjas	Mikrovent.	Apk. spalva	Varcios spalva	Kitos sąlygos	Komentaras	
Rect	"849966"	1	0		Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm; TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR											4				
Rect	"849989"	1	0		Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm; TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR											5				
Rect	"280607"	1	0	SR_3x025#3; SP_4x030#1	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm; TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR															
Rect	"278123"	3	0		Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm; TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR														Ecklager KF-6/24/3	
Rect	"278642"	1	0	SP_4x025#4; 305508; 289112	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm; TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	290	410												Drehkrale	
Rect	"283073"	1	0		Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR														Eckumlenkung_VSO shmall	
Rect	"283066"	1	0		Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR															
Rect	"310236"	1	0		Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR															
Rect	SP_Hajgcok	1	0		Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	290	410					0	0		M2				Rahmenteil_SP-S A1660	
Rect	"278758"	1	0	SR_4.0x30; 289112	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR				411			0	0		M2				Rahmenteil_SP-S A1660	
Rect	"278758"	1	0	SP_4x025#4; SP_4x030; 305508	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR				411			0	0		M2				Eckumlenkung_VS_S-ES	
Rect	"278758"	1	0	SP_4x025#4; SP_4x030; 305513	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR				411			0	0		M2				Eckumlenkung_VS_S-ES	
Rect	"278758"	1	0	281543#2	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR				411			0	0		M2				Eckumlenkung_VS_S-ES	
Rect	"278758"	1	0		Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR				411			1	0		M2				Eckumlenkung_VS_S-ES	
Rect	"278758"	1	0	289112	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR				411			0	0		M2				Eckumlenkung_VS_S-ES	
Rect	"278758"	1	0	SP_4x025#4; SP_4x030; 305508	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR				411			0	0		M2				Eckumlenkung_VS_S-ES	
Rect	"278758"	1	0	SP_4x025#4; SP_4x030; 305513	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR				411			0	0		M2				Eckumlenkung_VS_S-ES	
Rect	"ERROR1"	0	0		Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm; TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR							1	0		M1; M2; M3				Štulpniam langui negali būti mikro	
Rect	"301883"	1	0	SP_4x030#4; 289112; 281804	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR	411	1560													
Rect	"301883"	1	0	SP_4x025#7; 305508; 302196	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	411	1560													
Rect	"301883"	1	0	SP_4x030#7; 305513; 302196	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	411	1560													
Rect	"301883"	1	0	SP_4x030#7; 281543#2; 281804	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR	411	1560													
Rect	"301883"	1	0	SP_4x030#7; 305513#2; 302196	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	411	1560													
Rect	"316405"	1	0	SP_4x030#4; 289112; 316510	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR	411	1560													
Rect	"316405"	1	0	SP_4x025#3; 305508; 316572	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	411	1560													
Rect	"316405"	1	0	SP_4x025#3; 305513; 316572	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	411	1560													
Rect	"316405"	1	0	SP_4x030#7; 281543#2; 316510	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR	411	1560													
Rect	"316405"	1	0	SP_4x030#7; 305513#2; 316572	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	411	1560													
Rect	"283431"	1	0	SR_4.0x25#4	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm; TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	290	570													
Rect	"283455"	1	0	SR_4.0x30#5; 289112	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR	571	800												Schere 7_Gr_30	
Rect	"283455"	1	0	SR_4.0x25#5; 305508	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	571	800												Schere 7_Gr_35	
Rect	"283455"	1	0	SR_4.0x25#5; 305513	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	571	800												Schere 7_Gr_35	
Rect	"283479"	1	0	SR_4.0x25#7; 289112	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR	801	1030												Schere 7_Gr_50	
Rect	"283479"	1	0	SR_4.0x25#7; 305508	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	801	1030												Schere 7_Gr_50	
Rect	"283479"	1	0	SR_4.0x25#7; 305513	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	801	1030												Schere 7_Gr_50	
Rect	"283493"	1	0	SR_4.0x25#8; 289112	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR	1031	1260												Schere 7_Gr_55	
Rect	"283493"	1	0	SR_4.0x25#8; 305508	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	1031	1260												Schere 7_Gr_55	
Rect	"283493"	1	0	SR_4.0x25#8; 305513	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	1031	1260												Schere 7_Gr_55	
Rect	"283479"	1	0	SR_4.0x25#7; 289112#2	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR	1261	1260												Schere 7_Gr_50	
Rect	"283479"	1	0	SR_4.0x25#7; 305508#2	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	1261	1260												Schere 7_Gr_50	
Rect	"283479"	1	0	SR_4.0x25#7; 305513#2	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	1261	1260												Schere 7_Gr_50	
Rect	"279533"	1	0	SP_4x025#8; 289112; 305508	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm; TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	1261	1490													Zwischenstuck_GR_230
Rect	"283493"	1	0	SR_4.0x30#8; 289112	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR	1261	1560													Schere 7_Gr_55
Rect	"283493"	1	0	SR_4.0x25#8; 305508	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	1261	1560													Schere 7_Gr_55
Rect	"283493"	1	0	SR_4.0x25#8; 305513	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	1261	1560													Schere 7_Gr_55
Rect	"275009"	1	0	SR_4.0x30#3	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm; TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	1491														Krt Zusatzschere
Rect	"224144"	1	0		Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR	1491														Unterlegplatte_Z
Rect	"223833"	1	0		Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm; SoftLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	1491														Unterlegplatte_Z
Rect	"276266"	1	0	SR_4.0x25#2; 289112	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	SoftLine AD 9mm	DrehKippL; DrehKippR	801	1200													Mittlerschluss_Gr_50
Rect	"276266"	1	0	SR_4.0x25#2; 305508	Win; BalDoor	Siegenia	VEKA	TopLine AD 13mm	DrehKippL; DrehKippR	801	1200													Mittlerschluss_Gr_50

8-6 pav. Varcios kaustymo technologinių taisyklių aprašymas

## 8.4. Laikinių charakteristikų palyginimas su ankstesne sistemos versija

Atliekant naujai sukurtos programinės įrangos laikinių charakteristikų testavimą, testų rezultatai buvo palyginti su ankstesnės sistemos versijos rezultatais. Kadangi senesnė versija gali įvertinti tik stačiakampes gaminio konstrukcijas, priede pateikiami būtent tokių formų gaminių apdorojimo trukmės palyginimo rezultatai.



8-7 pav. Langų konstrukcijos, kurioms buvo atliktas laikinių charakteristikų tyrimas

8-2 lentelė. Laikinių charakteristikų tarp naujos ir senos programos versijų palyginimas

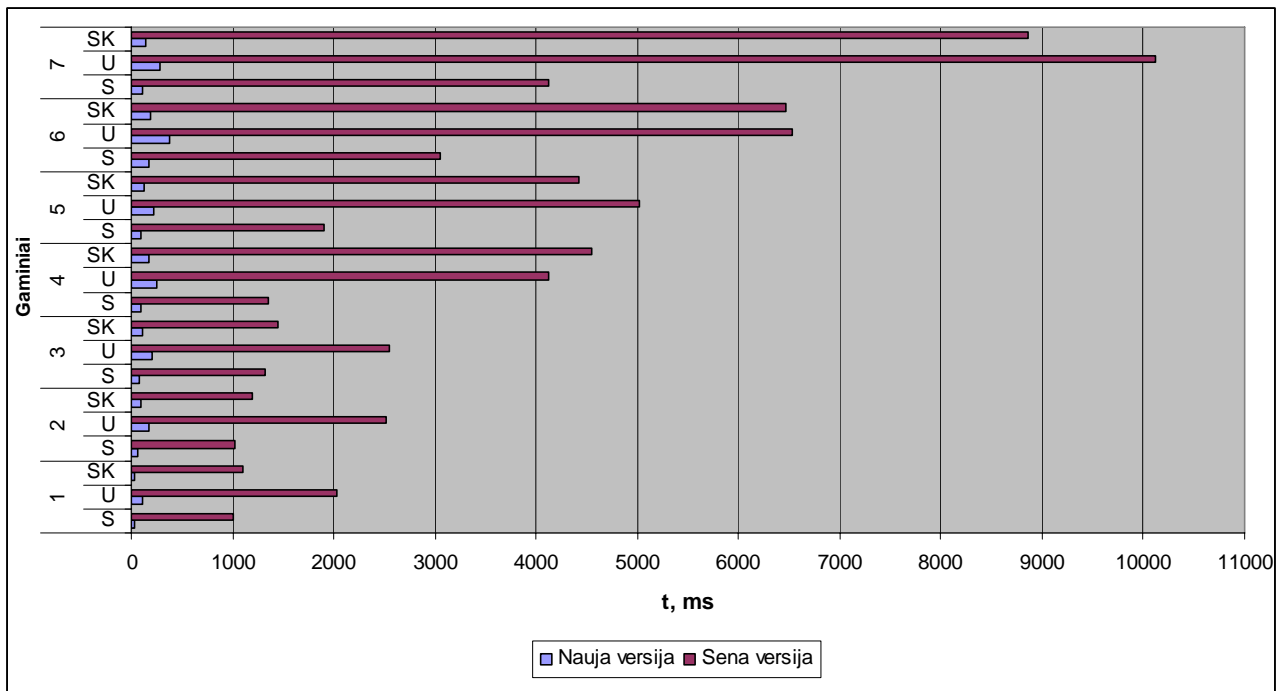
Gaminys	Nauja versija			Sena versija		
	S	U	SK	S	U	SK
1	31	110	31	1012	2023	1100
2	63	172	93	1030	2513	1198
3	78	203	109	1320	2545	1455
4	94	250	172	1350	4125	4550
5	94	219	125	1900	5013	4423
6	172	375	190	3056	6523	6475
7	109	281	141	4125	10125	8852

S – gaminio saugojimas;

U – gaminio užkrovimas;

SK – gaminio medžiagų sąrašo paskaičiavimas.

Laikinės charakteristikos pateikiamas milisekundėmis (ms).



8-8 pav. Laikinių charakteristikų tarp naujos ir senos programos versijų palyginimas