

SUMMARY

The work presents a new low voltage electric network development method and a computer program implementing it.

In the work is given analysis of the task actuality, review of CAD, electric circuit modeling – counting tools. It also explains the grounds why MS Visio programming environment was selected to implement the set tasks.

In designed part of the system is presented systems specification, custom interface, data structure, data flow, systems functions and non functions requirements. Represented E JLPS smart shapes with graphics views and descriptions. Showed, how electric power network one-way circuit must be represented as oriented tree graph, and counting in them can be organized with searching algorithms. Made user case, static structure, component, deployment, activity and method models. Represented E JLPS subroutines and functions specification and shapes functions specification also.

Systems testing was carried out using described testing methodology, tests descriptions and testing results.

The work presents user documentation, with installation guide, system guide, system administrator guide and description of system functionality.

In the final part of the work is presented system quality diagnosis, system development possibilities and information how the system was installed for a specific customer.

Finally, a conclusion was made that MS Visio environment enabled to implement the E JLPS system specification in a cost-saving way and ensured effective searching algorithms in tree graphs. Compared with ordinary development methodology, suggested system allowed to speed-up projection process saving finance and recourses. The system is suitable both for development of new electric network and for certification of the existing ones as well. The presented system is characterized by simple user interface.

TURINYS

IVADAS	3
1. ANALITINĖ DALIS	6
1.1. ANALOGIŠKŲ SISTEMŲ APŽVALGA	6
1.2. ANALOGIŠKŲ SISTEMŲ APŽVALGOS APIBENDRINIMAS	10
1.3. MICROSOFT VISIO TERPĖS PASIRINKIMO PAGRINDIMAS	11
2. SISTEMOS PROJEKTAVIMAS	13
2.1. REIKALAVIMŲ PROJEKTUOJAMAI SISTEMAI SPECIFIKACIJA	13
2.1.1. <i>Vartotojų apibūdinimas</i>	13
2.1.2. <i>Reikalavimai vartotojo sąsajai</i>	14
2.1.3. <i>EJLPS taikomųjų uždavinių modelis</i>	15
2.1.4. <i>Funkciniai sistemos reikalavimai</i>	21
2.1.5. <i>Nefunkciniai sistemos reikalavimai</i>	24
2.2. DUOMENŲ STRUKTŪRA	27
2.3. PROJEKTUOJAMOS SISTEMOS ARCHITEKTŪRA	35
2.4. PAPROGRAMIŲ IR OBJEKTŲ SPECIFIKACIJOS	40
2.5. EJLPS TESTAVIMO MEDŽIAGA	44
2.5.1. <i>Sistemos testavimo metodika</i>	44
2.5.2. <i>Vartotojo sąsajos testavimas</i>	46
2.6. EJLPS VYSTYMAS	48
3. VARTOTOJO DOKUMENTACIJA	49
3.1. SISTEMOS FUNKCINIS APRAŠYMAS	49
3.2. SISTEMOS VADOVAS	50
3.3. EJLPS INSTALIAVIMO VADOVAS	52
3.4. EJLPS ADMINISTRATORIAUS VADOVAS	54
4. EJLPS KOKYBĖS ĮVERTINIMAS	56
IŠVADOS	57
LITERATŪRA IR INTERNETEKĀ	58
TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS	59
1 PRIEDAS. Elektros jėgos linijų projektavimo proceso analizė	60
2 PRIEDAS. EJLPS figūrų formalus aprašas	66
3 PRIEDAS. Skaičiavimų matematinis pagrindimas	69
4 PRIEDAS. EJLPS vartotojo vadovas	81
5 PRIEDAS. Paieškos algoritmai Visio terpėje	87
6 PRIEDAS. EJLPS pseudokodas	92
7 PRIEDAS. EJLPS taikymo pavyzdžiai	96

Lentelių sąrašas

1. 1 lentelė. Braižymo, elektros grandinių modeliavimo ir skaičiavimo kompiuterinių įrankių analizė.....	6
1. 2 lentelė. Apžvelgiamų programinių paketų savybių suvestinė.....	10
2. 1 lentelė. Taikomųjų uždavinių modelio „Elektros jėgos tinklo projektavimo sistema“ veiklos dalyviai	16
2. 2 lentelė. „Elektros jėgos linijų projektavimo sistema“ taikomųjų uždavinių aprašymas.....	18
2. 3 lentelė. „Elektros jėgos linijų projektavimo sistema“ taikomųjų uždavinių duomenų srautų aprašymas	20
2. 4 lentelė. E JLPS figūros ir jų grafiniai poabiai	28
2. 5 lentelė. Paprogramių ir funkcijų specifikacija	40
2. 6 lentelė. Figūrų funkcijų specifikacija.....	42
2. 7 lentelė. E JLPS funkcijų ir paprogramių testavimo duomenys	45
2. 8 lentelė. Testavimo atvejai projektavimo sistemos moduliams.....	46
2. 9 lentelė. Vartotojo sąsajos testavimo duomenys.....	47
3.1 lentelė. Minimalūs reikalavimai kompiuterio resursams, kai instaliuojamas Visio 2002 paketas.....	52
3.2 lentelė. E JLPS pranešimai ir jų prasmė.....	54
4.1 lentelė. E JLPS programinio produkto kokybės įvertinimo rezultatai.....	56

Paveikslėlių sąrašas

2.1 pav. „Elektros jėgos tinklo projektavimo sistema“ taikomųjų uždavinių modelis.....	17
2.2 pav. Dialogo langas vadinamas <i>figūros</i> arba <i>vartotojo savybių forma</i>	27
2.3 pav. Elektros grandinės – medžio tipo grafo pavyzdys su grafo struktūrą atspindinčiais terminais.....	30
2.4 pav. Sistemos UML klasių diagrama	33
2.5 pav. E JLPS figūrų potipiai.....	34
2.6 pav. Figūros linija lentelė.....	34
2.7 pav. Projektavimo sistemos įrangų modelis.....	35
2.8 pav. Projektavimo sistemos UML būsenų diagrama.....	36
2.9 pav. Projektavimo sistemos komponentinis modelis pagal UML notaciją.....	38
2.10 pav. Projektavimo sistemos metodų modelis pagal ProVision Workbench specifikaciją..	39
3.1 pav. Pradinis instaliavimo vedlio langas.....	53
3.2 pav. Antrasis instaliavimo vedlio langas.....	53
3.3 pav. Trečiasis instaliavimo vedlio langas.....	53
3.4 pav. Ketvirtasis instaliavimo vedlio langas.....	53
3.5 pav. Penktasis instaliavimo vedlio langas.....	53
3.6 pav. Instaliavimo pabaiga.....	53

IVADAS

Šiuo metu plačiai paplitus informacinėms technologijoms, kompiuterizuojamas ir elektrinių schemų braižymo, dokumentavimo bei projektavimo procesas. Paprastai tokio tipo uždaviniai sprendžiami su CAD (automatizuotos projektavimo sistemos) programine įranga, kuri be didelių galimybių turi ir trūkumų: sudėtingas programos įsisavinimas ir valdymas, programinė įranga reikalauja didelių kompiuterio resursų, didelė licencijuotų programų kaina. Elektros jėgos tinklo projektavimo uždaviniai yra aktualūs plačiam vartotojų ratui: nuo gyvenamojo namo savininko, profesinės ar aukštesniosios mokyklos moksleivio iki įmonės atsakingo už elektros ūkį asmens, elektros tinklų darbuotojo, projektuotojo.

Šiuo metu, mūsų duomenimis, nežinoma elektros jėgos tinklo projektavimo bei patikros programinė įranga, kuri leistų operatyviai spręsti tokius uždavinius, kaip schemos elektrinių grandinių elementų parinkimas, vienlinijinių elektros jėgos tinklo schemų braižymas. Reikalingas produktas, kuris atliktų vienlinijinės schemos parametrų kompleksinius skaičiavimus, nustatytų jėgos linijų laidininkų minimalius skerspjūvius, elektros linijoms tinkamas apsaugas (saugiklius), trumpo jungimo srovės, įtampos kritimus, elektros energijos imtuvų darbo ir variklių paleidimo srovės, apskaičiuotų reaktyviosios galios nuostolius kompensuojančio kondensatoriaus talpą, nustatytų reikalavimus el. energijos šaltiniui, surastų bendrąją imtuvų instaliuotą ir skaičiuojamąją galią, skaičiuojamąją darbo srovę. Be to, toks skaičiavimų įrankis turėtų būti pritaikytas Lietuvos respublikos specifinėms sąlygoms, neprieštarauti elektros įrenginių įrengimo taisyklėms.

Toks produktas reikalingas, nes:

- Parinkti minimalų reikiamą elektros instaliacijos laidininko skerspjūvį gan sudėtinga. Reikia įvertinti daugelio prijungtų šakų parametrus. Kiekvienu atveju įvertinama aktyviosios ir reaktyviosios srovės, sudarančios pilnutinę srovę dedamosios, imtuvų nuostolių (koeficientas $\cos\phi$), panaudojimo, naudingumo, linijų pataisos koeficientai ir gyslų išilimo bei aplinkos temperatūros. Apskaičiuojant laidininkų minimalius skerspjūvius, skaičiavimai atliekami pagal keturis skirtingus parinkimo kriterijus: mechaninio atsparumo, terminio išilimo, įtampos kritimo nuo darbo srovės, įtampos kritimo nuo paleidimo srovės.
- Naudojant ilgas linijas, pasidaro neaišku, ar suveiks elektros linijos apsaugos, ar instaliacija bus saugi. Projektavimo sistema apskaičiuoja vienfazio trumpo jungimo srovės linijų šakų galiniuose taškuose, ir tai informuoja apie elektros tinklo apsaugų nominalų tinkamą parinkimą. Pačiam vartotojui išmatuoti ar apskaičiuoti trumpo jungimo srovės pakankamai sudėtinga.
- Elektros energijos vartotojai perka ir savo jėgomis jungiasi padidinto galingumo buitinius prietaisus (skalbimo mašinas, elektros virykles), neturėdami galimybės įvertinti esamo tinklo būklės.

Dažnai toks tinklas nepajėgus praleisti didesnę elektros energijos kiekį ir tampa nesaugus, nepatikimas, gali sukelti gaisrą. Projektavimo sistema gali įvertinti tinklo tinkamumą.

- Padidintų pastatų elektros instaliacijos bei viso tinklo saugumą ir patikimumą, leistų išsiaiškinti silpniausias elektros tinklo vietas.
- Leistų išvengti nelaimių, avarijų, gaisrų.
- Išgelbėtų žmonių gyvybes.
- Sumažės elektros linijų projektavimo laikas ir kaina. Elektros tinklo projektavimo firmoms ypatingai svarbus yra projektavimas per trumpą laiką. Tai nulemia tų firmų konkurencingumą.
- Minimalaus skerspjūvio laidininkų tinkamas parinkimas sumažins kapitalinius įdėjimus, projekto sąmatą ir vertę. Tai taupys lėšas.
- Panaudojus tinkamos talpos kondensatorius reaktyviajai galiai kompensuoti, sumažės mokesčiai už elektros energiją, elektros linijos bus efektyviau išnaudojamos, nes bus pašalintas žalingas ir betikslis elektros linijų apkrovimas reaktyviaja galia.
- Nežinomas analogiškos paskirties programinis produktas grindžiamas LR galiojančiomis Elektros Įrenginių Įrengimo Taisyklėmis [2].

Darbo tikslas– sukurti specializuotą elektros jėgos tinklo linijų projektavimo modernią metodiką, panaudojant šiuolaikines kompiuterines technologijas, orientuotą plačiam vartotojų ratui, paspartinančią projektavimo procesą, įgalinančią sumažinti projektavimo - kontrolės kainą ir padidinančią jos patikimumą.

Kuriama sistema bus taikoma tiek naujų elektros tinklo linijų projektavimui, tiek ir jau esančių tinklų kontrolei (sertifikavimui) žymiai keičiantis vartotojo imtuvų galiai bei jų skaičiui.

Užsibrėžtas uždavinys– turėti patogų įrankį elektros jėgos tinklo schemų braižymui ir projektavimui bei elementų skaičiavimui, specifikacijos sudarymui.

Šiame darbe sukurta elektros jėgos linijų projektavimo metodika ir linijų elementų skaičiavimo programa, realizuota su MS Visio programiniu produktu.

Darbo metu atlikta:

- uždavinio aktualumo pagrindimas;
- apžvelgti braižymo, elektros grandinių modeliavimo ir skaičiavimo kompiuteriniai įrankiai, atlikta jų analizė;
- nurodytas darbo tikslas;
- pagrįsta, kodėl buvo pasirinkta Visio programinė terpė iškeltų tikslų įgyvendinimui;
- sukurta projektuojamos sistemos specifikacija. Apibūdinti reikalavimai vartotojams, galintiems dirbti su sistema, pateikti vartotojo sąsajos, funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai. Išanalizuoti projektavimo sistemos duomenų srautai;

- apibūdinta EJPSS duomenų struktūra. Pateikta intelektualių figūrų aibės ir jų grafinai vaizdai bei aprašymai;
- parodyta, kad elektros jėgos tinklo vienlinijinė schema gali būti traktuojama kaip orientuotas medžio tipo grafas, ir skaičiavimai jame atliekami vykdant paieškos algoritmus;
- sudaryti projektavimo sistemos klasių, sistemos įrangų, veiklos, komponentų ir metodų grafiniai modeliai su aprašymais;
- pateiktos programinių modulių paprogramių ir funkcijų specifikacija. EJPSS figūrų funkcijos taip pat specifiкуotos;
- pateikta EJPSS testavimo metodika ir testavimo rezultatai;
- apžvelgtos projektavimo sistemos vystymo galimybės;
- pateikta vartotojo dokumentacija su sistemos funkciniu aprašymu, sistemos vadovu, nurodančiu, kaip dirbti su sistema išvengiant klaidų, instaliavimo vadovu, kuriame pateikiami duomenys apie reikalavimus kompiuterio resursams ir sistemos įdiegimo eigą, bei administratoriaus vadovu apie sistemos pranešimus ir jų prasmę;
- pateikiamas produkto kokybės įvertinimas bei informacija apie sistemos įdiegimą konkrečiam užsakovui.

1. ANALITINĖ DALIS

1.1. Analogiškų sistemų apžvalga

Kuriamos sistemos pilni analogai nežinomi. Elektronikos grandines modeliuojanti “Crock- Clips technology” programa aptarta žemiau, o elektros linijų paskaičiavimus atlieka „Tinklo elektriniai skaičiavimai 1.01“ .

Apžvalgos metu vykdysime braižymo, elektros grandinių modeliavimo ir skaičiavimo kompiuterinių įrankių analizę, nurodydami jų privalumus ir trūkumus (1.1 lentelė).

1. 1 lentelė

Braižymo, elektros grandinių modeliavimo ir skaičiavimo kompiuterinių įrankių analizė

Programa	Programos aprašymas	Privalumai	Trūkumai
Microsoft Visio 2000	<i>Visio 2000</i> [14] įrankiu galima braižyti blokines (block) ir struktūrines (flowchart) diagramas, tinklo išdėstymo, svetainės turinio, organizacijos hierarchijos planus, programinės įrangos, projektų (Gantt, PERT, timeline) diagramas, pastatų planus, žemėlapius, duomenų bazių schemas ir kt. Į produktą įdiegta „Visual Basic for Applications 6.0“ programavimo kalba, todėl „Visio 2000“ priemonėmis galima kurti taikomas programas. „Visio 2000“ meniu yra labai panašus į „MS Office“ programų meniu. Sukurtus brėžinius, diagramas galima „nutempti“ į „Word“ dokumentą, „Excel“ lentelę ar „PowerPoint“ pateiktį	Visio meniu yra labai panašus į „MS Office“ programų meniu, brėžinių tipų paveikslėliai yra vaizdūs, todėl be specialaus išmanymo galima pasirinkti reikiamą tipą. Darbas su programa intuityvus, nesunkiai randami įrankiai ir priemonės. Galima sukurti savo figūras, kuriose bus figūrų rinkiniai, galima kurti savo figūras. „Visio 2000“ priemonėmis galima kurti taikomas programas, nes turi integruotą „Visual Basic for Application“ VBA programavimo kalbą	Programa reikli kompiuterio resursams. Professional versija gan brangi
SmartDraw 4.30	Programa <i>SmartDraw</i> pagal savo galimybes yra tarytum Microsoft Visio alternatyva [16]. Programos pagalba galima lengvai ir patogiai nubraižyti šeimos genealoginį medį, diagramas, sudaryti formas, žemėlapius ir reklaminius skelbimus. Gauti brėžiniai atrodo užbaigti ir profesionalūs. Yra plati elektros simbolių kolekcija	SmartDraw meniu yra labai panašus į „MS Office“ programų meniu, brėžinių tipų paveikslėliai yra vaizdūs, todėl paprasta juos pasirinkti. Programa nereikli kompiuterio resursams. SmartDraw Professional versijos kaina apie 800 Lt	Nėra kai kurių profesionalioms programoms būdingų funkcijų: negalima sukurti sluoksnių, padidinti ekrano vaizdą galima tik iki 400%.

1.1 lentelės tęsinys

1	2	3	4
Data backer becker chart	Programa skirta idėjų ir biznio planų atvaizdavimui grafikos pavidalu [15]. Su jos pagalba galima sukurti profesionalias, puikiai atrodančias diagramas. Tam padeda daugiau kaip 70 tarpusavyje susijusių simbolių bibliotekų, kuriose yra apie 1700 įvairių objektų. Programos savybės: „drag and drop“ interfeisas, galingos formataavimo ir piešimo funkcijos, daugiau kaip 40 figūrų, automatiniai „protingi“ figūrų sujungėjai, galimybė sukurti „html“ dokumentą, išlyginimo instrumentinės priemonės, metriniai moduliai, OLE suderinamumas	Menu yra labai panašus į „MS Office“ programų menu. Programa nereikli kompiuterio resursams. Didelė simbolių biblioteka. Vartotojo sąsaja intuityvi ir lengvai įsisavinama	Nėra kai kurių profesionalioms programoms būdingų funkcijų: negalima sukurti sluoksnių, negalima naudoti makrokomandas. Simbolių bibliotekoje trūksta kai kurių elektrinių simbolių
AutoCAD 2000	Auto CAD 2000 yra viena iš galingiausių automatizuoto braižymo ir projektavimo sistemų [13]. Su ją galima nubrėžti bet kokio sudėtingumo ir bet kurios srities brėžinius. Bet tam reikia labai daug žinių. Turi visas profesionalių braižymo programų funkcijas ir įrankius. Tai projektuotojų naudojamas įrankis	Turi visas funkcijas ir įrankius, galimas labai aukštas brėžinių tikslumas, gali dirbti su trimatės erdvės projektais, tai universali sistema. Sukurta daug priedų ir bibliotekų konkrečioms užduotims atlikti	Reikli kompiuterio resursams, nepatogu su universalia sistema spręsti palyginus siaurus specializuotus uždavinius. Programa labai brangi
Kitos AutoCAD pagrindu sukurtos programos	Auto CAD pagrindu kompanija <i>Autodesk</i> [13] yra sukūrusi ir kitus programinius produktus, geriau tinkamus specializuotom funkcijom atlikti. Tai paketai Autodesk AutoCAD Architectural Dekstop 2000i (skirta architektūrai), Autodesk AutoCAD MAP 2000i (žemėlapiams kurti), AutoCAD mechanical v2002 (mechanikams), Autodesk mechanical Dekstop v6.0, AutoCAD LT2002 (supaprastinta AutoCAD versija darbui dvimatėje erdvėje), Autodesk 3D STUDIO (3D paketas inžinierinių ir architektinių sprendimų vizualizavimui), Autodesk AutoSkecth Realease 8 (pastatų planams ir elektros, šildymo ir vandentiekio sistemų brėžiniams braižyti)	Kaip ir AutoCAD, turi visas funkcijas ir įrankius, galimas labai aukštas brėžinių tikslumas, daugumas paketų gali dirbti su trimatės erdvės projektais. Sukurta daug priedų ir bibliotekų konkrečioms užduotims atlikti	Reiklios kompiuterio resursams, labai sunku išmokti naudotis. Patys programiniai paketai labai brangūs

1.1 lentelės tęsinys

1	2	3	4
Autodesk Actrix Technical 2000	Taip pat kompanijos <i>Autodesk</i> produktas, pasižymintis patogiu interfeisu ir lengvai įsisavinamas. Savo funkcijomis ir galimybėmis produktas labai panašus į Microsoft Visio 2000. Programoje taip pat yra didelė elektros simbolių biblioteka, integruota Visual Basic for Application 6 programavimo kalba	Geras įrankis nesudėtingiems brėžiniams braižyti, nesunku išmokti. Kaina apie 800 Lt	Dirbant su programa pastebėtas jos darbo nestabilumas, formato „dwg“ brėžinius atverčia su klaidomis. Turimais duomenimis toliau neatnaujinama
TurboCAD 8.1	Tai kompanijos IMSI produktas. Paketo kaina apie 5 kartus mažesnė negu AutoCAD [11]. 2001 metais buvo pats perkamiausias CAD produktas JAV. Kaip ir AutoCAD turi daug funkcijų ir galimybių, bet išsiskiria lengviau perprantama vartotojo sąsaja, panašia į Microsoft Office. TurboCAD gali braižyti brėžinius tiek dvimatėje, tiek trimatėje erdvėje. 3D erdvėje ypač patogus modeliavimas	Geras įrankis brėžiniams braižyti, nesunku išmokti. Puikūs programos vartotojų internetiniai forumai. Forumuose visada galima skubiai pasikonsultuoti. TurboCAD paketas – tai alternatyva brangiam AutoCAD	Programa reikalauja didelių kompiuterio resursų, yra gan brangi (apie 2000 Lt), skurdokas su programa pateikiamas programos aprašymas
Cadence OrCAD	Galingas, profesionalus programinis produktas [20], skirtas elektroninėms schemoms braižyti ir modeliuoti, taip pat automatizuotai projektuoti elektroninių schemų „spausdinto montažo plokštes“	Profesionalus įrankis elektroninių schemų brėžiniams braižyti, spausdinto montažo plokštėms kurti	Programa reikalauja didelių kompiuterio resursų, labai brangi, sunkiai įsisavinama
PCAD	Kaip ir OrCAD skirtas profesionaliam darbui [21] su elektroniniais elementais. Turi plačią elektroninių komponentų biblioteką (mikroschemų, puslaidininkinių prietaisų, rezistorių ir kt.) Gali automatizuotai braižyti elektronines schemas, modeliuoti jų darbą, kurti spausdinto montažo plokštes	Profesionalus įrankis elektroninių schemų brėžiniams braižyti, spausdinto montažo plokštėms kurti	Programa reikalauja didelių kompiuterio resursų, yra brangi, sunkiai įsisavinama
Crocodile-Clips Technology	Tai mokomojo tipo programa, skirta aukštosios mokykloms elektrotechnikos, elektronikos, mechanikos žinioms įsisavinti, modeliuoti elektros ir elektronikos schemų darbą [12]. Turi pagrindinių komponentų biblioteką. Paprasta, patogi ir aiški vartotojo sąsaja leidžia naudotis programa net ir mažus vaikus	Visiems, norintiems mokytis fizikos ir elektronikos, prieinamas įrankis elektroninių schemų brėžiniams braižyti, patikrinti modeliuojamų grandinių darbą	Nėra galimybės sukurti savų figūrų. Nėra elektros jėgos tinklo modeliavimo ir skaičiavimo

1.1 lentelės tęsinys

1	2	3	4
Tinklo elektriniai skaičiavimai 1.01	Programėlė, veikianti DOS aplinkoje, kurios autorius A. Škarnulis, sukurta Alytaus elektros tinkluose ir skirta trumpo jungimo srovėms oro linijose skaičiuoti. Reikia įvesti duomenis apie transformatorinę, transformatoriaus galingumą, laidininkų skerspjūvius, linijos ilgį. Programa apskaičiuoja įtampos kritimą oro linijoje, trumpo jungimo srovę, galios nuostolius	Programa apskaičiuoja pagrindinius oro linijos parametrus: trumpo jungimo srovės, įtampos kritimus	Programa dirba DOS aplinkoje, pasenusi vartotojo sąsaja, skaičiavimai atliekami tik oro linijoms (kabelinėms linijoms gaunami skaičiavimo netikslumai)
Atviro kodo programa Dia	Dia [22] yra atviro kodo, laisvai platinama programa, kurios darbastalis, kaip ir Visio, primena matematikos sąsiuvinio lapą su langeliais. Gerai žinoma Linux operacinės sistemos vartotojams	Nemokama, atviro kodo. Gali braižyti UML diagramas	Ribotas programos funkcionalumas. Vartotojas negali susikurti savo figūrų. Nėra automatizavimo priemonių
“Open Office” programa Draw	Nemokama programa integruota į “Open Office” programų paketą [23]. Ji pasižymi didelėmis funkcinėmis galimybėmis. Gali dirbti su trimatės erdvės projektais	Nemokama, didelio funkcionalumo, su trimačiu vaizdu galinti dirbti programa	Vartotojas negali susikurti savo figūrų. Nėra integruotų automatizavimo priemonių
Webplanet - Plan 2002	Tai nemokama programa [18], savo vartotojo sąsaja primenanti Visio. Skirta organizacijos, tinklapių struktūrai ir tinklo įrenginiams atvaizduoti	Nemokama, didelio funkcionalumo, su dvimačiu vaizdu galinti dirbti programa	Vartotojas negali susikurti savo figūrų. Nėra integruotų automatizavimo priemonių. Padidinti ekrano vaizdą galima tik iki 400%

1.2. Analogiškų sistemų apžvalgos apibendrinimas

Apibendrinant programų apžvalgos rezultatus sudaryta 1.2 lentelė. Programiniai paketai vertinti pagal tinkamumą projektavimo sistemos specifikacijos realizavimui.

1. 2 lentelė

Apžvelgiamų programinių paketų savybių suvestinė

Programinis paketas	Elektros grandinių skaičiavimai	Dvimatis braižymo įrankis	Makrokoman- dų rašymo terpė	Intelektu- alios figūros	Vartotojo sąsajos intuityvumas	Paketo kaina, Lt	Bendras įvertinimas
Microsoft Visio	-	Labai geras	VBA	Yra	Paprasta	800-2500	Labai geras
Smart Draw 4.30	-	Geras	-	-	Paprasta	800	Geras
Data backer becker chart	-	Geras	-	-	Paprasta	Nežinoma	Geras
Auto CAD 2000	-	Labai geras	VBA, AutoLisp	-	Labai sudėtinga	12 000	Geras
Turbo CAD 8.1	-	Labai geras	VBA	-	Sudėtinga	2500	Geras
Cadence OrCAD	Yra	Geras	VBA	-	L. sudėtinga	Nežinoma	Geras
PCAD	Yra	Geras	VBA	-	Sudėtinga	Nežinoma	Geras
Crocodile-Clips Technology	Yra	Geras	-	-	Paprasta	800	Patenkinamas
Tinklo elektriniai skaičiavimai 1.01	Elektros linijų skaičiavimai	-	-	-	Paprasta	Nežinoma	Patenkinamas
Dia	-	Patenki- namas	-	-	Paprasta	Nemokama	Blogas
Open Office Draw	-	Geras	-	-	Paprasta	75	Patenkinamas
Autodesk Actrix Technical 2000	-	Labai geras	VBA	-	Paprasta	800	Labai geras
Webplanet - Plan 2002	-	Geras	-	-	Paprasta	Nemokama	Geras

1.3. Microsoft Visio terpės pasirinkimo pagrindimas

Apžvelgėme apie 13 programinių produktų, geriau tinkamų vienoms ar kitoms funkcijoms atlikti. Dauguma jų specializuoti ir tinkami profesionaliam darbui. Tačiau mums reikalingas produktas, kuris tiktų nedidelius darbo su kompiuteriu įgūdžius turinčiam vartotojui ir pasižymėtų intuityvia ir „draugiška“ vartotojo sąsaja. Tikslas būtų - „kuo mažesnėmis laiko ir vartotojo žiniomis, kompiuteriu nubraižyti elektros jėgos tinklo schemą ir atlikti tos schemos skaičiavimus“.

Numatoma projektavimo sistema visų pirma turėtų būti pilnavertis braižymo įrankis su išplėstu funkcionalumu: turintis programinį priedą „plug-in“, atliekantį elektros grandinės kompleksinius skaičiavimus ir patogiu pavidalu pateikiantis skaičiavimo rezultatus. Tam geriausiai tiktų *Microsoft Visio* ir *Autodesk Actrix* programiniai produktai. Pasirenku Microsoft Visio, nes:

- į produktą įdiegta „Visual Basic for Applications“ programavimo kalba, todėl „Visio“ priemonėmis galima kurti taikomąsias programas, yra kitos automatizavimo galimybės;
- galima kurti vartotojo meniu;
- darbas su Visio patogus, lengvai išmokstamas ir intuityvus;
- turi programines priemones figūrų sujungimams analizuoti ir leidžia nesudėtingai aprašyti medžio tipo grafo duomenų struktūrą objekto *connects* pagalba;
- Microsoft Visio gerai integruota su Microsoft Office ir yra jo sudėtinė dalis, todėl galima kaip komponentus panaudoti kitas *Office* terpės programas, pavyzdžiui Excel;
- visos Microsoft Visio figūros aprašomos formulėmis ir todėl galima keisti jų parametrus, galima kurti intelektualius figūras;
- figūros gali saugoti pradinius, tarpinius ir galutinius skaičiavimo rezultatus;
- figūros grafinis vaizdas gali keistis priklausomai nuo jos duomenų;
- Visio turi patogią *vartotojo savybių* formą, kurios pagalba patogiu peržiūrėti ir redaguoti figūrų duomenis;
- visi brėžinių tipų paveikslėliai yra vaizdūs, todėl be specialaus išmanymo galima pasirinkti reikiamą tipą;
- galima sukurti savo trafaretus, kuriuose bus figūrų rinkiniai, galima kurti savo figūras;
- vartotojo sąsaja tokia kaip ir Microsoft Office, todėl daug kam žinoma, paprasta naudoti;
- programinis produktas plačiai paplitęs, tame tarpe ir Lietuvoje;
- galima dirbti su daugeliu grafikos formatų rinkmenų;
- Microsoft kompanija- programinių produktų kūrimo ir palaikymo lyderė, ir tai garantija, kad Visio paketas bus toliau tobulinamas, vartotojas gaus pagalbą iš Microsoft;

- programinis produktas nėra brangus;
- programa universali ir gali būti panaudota kitoms vartotojo reikmėms ir problemoms spręsti;
- tai kartu ir CASE priemonė, galinti automatizuotai kurti duomenų bazes, kurti UML grafinės kalbos diagramas ir notacijas, automatiškai generuoti kodą. Todėl tinka reikalavimų analizei ir išgavimui modeliuoti ir grafiškai atvaizduoti, ruošti projektavimo sistemos grafinę dokumentaciją.
- Visio programinėje terpėje sukaupia didelę braižymo įrankiams būdingų priemonių kūrimo patirtis, integruoti verslo procesai. Programinį produktą kūrė ir tobulino geriausi pasaulio programuotojai.
- Visio tapęs dvimatės grafikos braižymo standartu „de fakto“;
- panaudojant kūrimą su pakartotinu COTS sistemų panaudojimu sumažinama kūrimo rizika;
- EJLPS “kūrimas nuo nulio”, pasinaudojant tokiais programavimo kalbomis kaip Visual Basic ar Java, būtų nepateisinamas dėl didelės kūrimo rizikos ir kaštų, akcentų skyrimo programos vartotojo sąsajai ir grafikos pajėgumams, užuot rūpinantis skaičiavimų algoritmais.

2. SISTEMOS PROJEKTAVIMAS

2.1. Reikalavimų projektuojamai sistemai specifikacija

Reikalavimų surinkimui ir išgavimui naudojami keli skirtingi būdai. Tai ir etnografinė analizė, ir apklausos, papildomų klausimų pateikimas nesusipratimams išsiaiškinti ir formalios specifikacijos. Surinkti reikalavimai papildomai analizuojami sudarant grafinio atvaizdavimo diagramas, parodančias realaus pasaulio esybių tarpusavio ryšius.

Tam tikslui, pasinaudojant CASE programiniu paketu ProVision Workbench v.3.1 [17], sukurti visi *Proforma* korporacijos siūlomi grafiniai modeliai, apimantys visus programinio produkto gyvavimo ciklo etapus. Daugelis *Proforma* modelių atitinka UML notacijos grafinius modelius, ir dar pateikia kai kuriuos papildomus, pvz. informatyvų *metodų* modelį (2.10 pav.). *Proforma* korporacija yra CASE priemonių kūrimo lyderė. Su ProVision paketu atlikta elektros jėgos linijų projektavimo veiklos analizė pateikta 1 priede.

Realizuojant projektavimo sistemą naudojamos elektros simbolių figūros, kurios gali būti jungiamos tarpusavyje tam tikru būdu. Figūros sudaro EJLPS figūrų aibę. Buvo atlikta formali EJLPS figūrų ir elektros jėgos linijų skaičiavimų matematinio aprašo, pateikto 3 priede, analizė. Formalios specifikacijos sintaksė ir modelis patikrintas papildomu reikalavimų peržiūrėjimu. Papildomas tikrinimas atliktas siekiant atrasti tas spragas, kurios sistemos kūrėjo galėjo likti nepastebėtos. Sudarytas Z notacijos figūrų matematinis aprašas. Aprašas sukompiliuotas SUM kompiliatoriumi, tam, kad rasti ir ištaisyti logines bei sintaksės klaidas. Sudarytas formalus figūrų aprašas pagal Z-to notaciją pateiktas 2 priede.

Išanalizavus reikalavimus buvo sukurtas evoliucinis sistemos prototipas. Prototipo pagalba reikalavimai buvo patikslinami kartojant reikalavimų specifikavimo ciklo eigą. Atliekamas reikalavimų atestavimas parodė reikalavimų analizės pilnumą ir tikslumą. Praleisti reikalavimai buvo įtraukiami į funkcinių ir nefunkcinių reikalavimų sąrašą.

2.1.1. Vartotojų apibūdinimas

Projektavimo sistemos vartotojas turi turėti vidurinės mokyklos kurso apimties minimalias fizikos žinias, o geresniu atveju - elektrotechninį išsilavinimą. Kompiuterinės sistemos vartotojas taip pat turi turėti elementarias darbo su Windows OS ir MS Office žinias ir pakankamus įgūdžius. Patirtis dirbant su MS Visio 2002 bus privalumas. Tačiau tik elektros tinklo linijų projektuotojai arba asmenys, susipažinę su projektavimo eiga, gali pilnai išnaudoti projektavimo sistemos teikiamą funkcionalumą.

Laikoma, kad vartotojas neturi didelių fizinių ar sveikatos sutrikimų ar trūkumų. Jis turėtų mokėti teisingai nubraižyti elektros tinklo vienlinijinę schemą, pasirinkdamas projektavimo sistemos figūras iš trafareto bei juos tarpusavyje “suklijuodamas”, įvesti arba iš sąrašo parinkti korektiškus ir prasmingus pradinius duomenis į *vartotojo savybių* formą, ir, pasinaudodamas papildoma programos meniu, atlikti linijų apskaičiavimus. Vartotojui turėtų būti aiškūs skaičiavimų rezultatai ir jų prasmė.

2.1.2. Reikalavimai vartotojo sąsajai

Vartotojo sąsaja kuriama atsižvelgiant į tą patirtį, kuri sukaupta eksploatuojant ir palaikant Visio programinį paketą paketo kūrėjų. Todėl tie principai liko iš esmės nepakitę. Kuriama vartotojo sąsaja išlaiko visus Visio paketo sąsajos bruožus.

Papildomai sukurta meniu grupė *Projektavimas* su projektavimo sistemos funkcionalumą atspindinčia trijų punktų meniu komandų sistema. Taip pat sudaryta galimybė naudotis kontekstiniu meniu, ant Visio dokumento paspaudus dešinį pelės klavišą. Per kontekstinį meniu gali būti iškviesta figūros savybių forma figūrų savybių redagavimui. Figūros savybių forma taip pat iškviečiama du kartus spragtelėjus pele ant konkrečios figūros.

Kuriant vartotojo sąsają buvo vadovaujamasi vartotojų pažinimo, nuoseklumo, minimalaus nustebimo, sąsajos atstatomumo, vadovavimo vartotojui ir vartotojų skirtingumo principais.

Sąsajos terminologija yra suprantama tiek pradedančiajam, specialaus techninio išsilavinimo neturinčiam vartotojui, tiek ir profesionalui. Papildomai integruota į Visio vartotojo sąsaja nėra sudėtinga, todėl neturi mechanizmo, įvertinančio vartotojo patyrimą, dažniausiai vartojamų meniu komandų atskyrimo nuo mažiau vartojamų. Tačiau šias savybes turi pati Visio terpė. Joje meniu grupuojami į dažniausiai vartojamus, o mažiau vartojami gali būti papildomai iškviešti.

Pranešimai vartotojams yra mandagūs, glausti, nuoseklūs ir konstruktyvūs. Pranešimuose įvertinama vartotojo patirtis.

Projektavimo sistema teikia pagalbą, kai įvedami ar redaguojami figūrų duomenys. Vartotojų savybių formos lange (dar vadinamame figūros savybių forma) atliekamai operacijai pateikiamas iki 300 simbolių teksto susidedantis komentaras. Pagalbos sistema pateikiama lietuvių kalba.

Pateikiami pranešimai apie programos būsenas. EJLPS kontroliuoja tarpusavyje jungiamas figūras, informuoja apie sujungimo operacijų korektiškumą. Išduodamas pranešimas, kai sujungimas nekorektiškas. Esant programos darbo klaidai, išduodamas pranešimas apie klaidą.

Siekiant sumažinti vartotojo sąsajos klaidas, duomenų įvedimui naudojami fiksuoti įvedimo reikšmių sąrašai. Vartotojas, įveddamas duomenis, pasirenka juos iš sąrašo.

Galima naudotis Visio pagalbos sistema. Ji orientuota į kontekstą. Pagalbos sistema suprojektuota taip, kad spendžia pagalbą “padėkite, man reikia informacijos” ir pagalbą “padėkite, aš patekau į bėdą”. Taip pat sistemos vartotojas gali pasinaudoti pagalba per internetą. Galima pasitelkti pagalbą naudojant pagalbos rodyklę. MS Visio programinėje terpėje vartotojo sąsaja yra plačiose ribose adaptuojama pagal vartotojo poreikius. Čia galime išjungti arba įjungti meniu juostą, naudotis standartine mygtukų juosta, įjungti arba išjungti mygtukų juostas, pakeisti mygtukų juostos dydį arba ją perkelti. Taip pat galime pašalinti, pridėti, keisti mygtukus mygtukų juostose arba keisti tų mygtukų išsidėstymo tvarką.

2.1.3. EJLPS taikomųjų uždavinių modelis

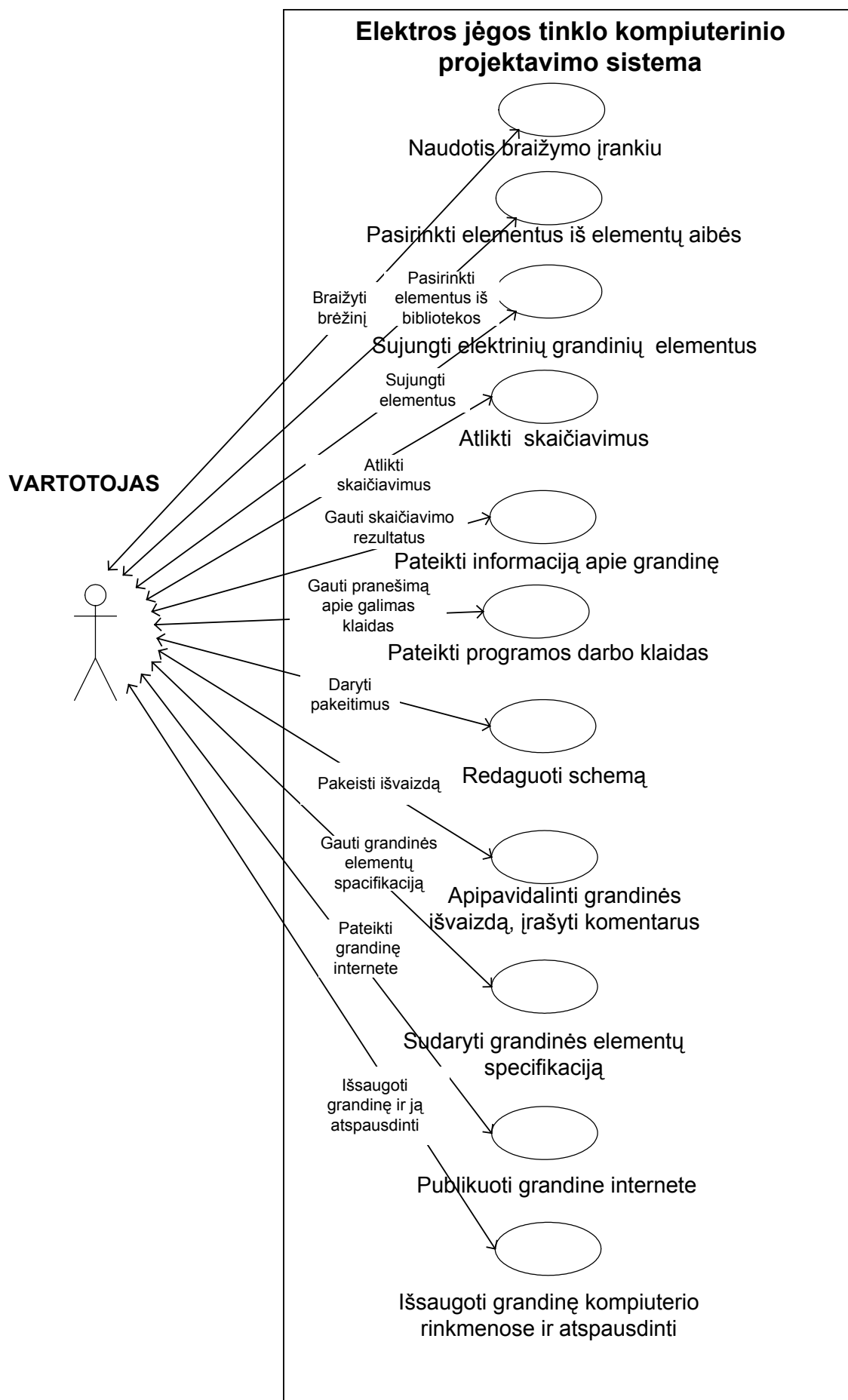
Taikomųjų uždavinių modelis („use case model“) pagal UML notaciją parodo kuriamos sistemos teikiamą funkcionalumą, servisą ir yra naudinga reikalavimams apie sistemą surinkti, analizuoti ir specifiukuoti.

Sudarytas taikomųjų uždavinių modelis vaizduoja vartotojo ir kompiuterinės sistemos sąveiką, detalai aprašo kompiuterizuojamas užduotis, informacinius srautus, realaus pasaulio esybių tarpusavio ryšius (2.1 pav.).

2. 1 lentelė

Taikomųjų uždavinių modelio „Elektros jėgos tinklo projektavimo sistema“ veiklos dalyviai

Veiklos dalyvis	Veiklos dalyvio aprašymas
Vartotojas	<p>Vartotojas- asmuo, besinaudojantis projektavimo sistema. Tai gali būti buto, gyvenamojo namo savininkas arba naujai besistatantis gyv. namą, mažos įmonės ar organizacijos atsakingas už elektros ūkį asmuo, elektros montażą atliekantis darbininkas, elektros tinklų darbuotojas, projektuotojas, Energetikos Valstybinės Inspekcijos inspektorius, o taip pat moksleivis, studentas, fizikos mokytojas.</p> <p>Vartotojas turi turėti elektrotechnikos žinių, elementarius darbo su Windows OS, MS Office ir Visio įgūdžius, išklauses vidurinės mokyklos fizikos kursą</p>
Elektros jėgos tinklo kompiuterinio projektavimo sistema	<p>Projektavimo sistema - tai programinis produktas, veikiantis Windows OS ir MS Ofise Visio bei Excel programų aplinkoje, pasižymintis panašia vartotojo sąsaja, meniu ir programos valdymu.</p> <p>Tai, visų pirma, dvimatės erdvės braižymo įrankis su išplėstomis galimybėmis. Pagal nubraižytą vienlinijinę elektros tinklo schemą gali atlikti kompleksinius nubraižytos schemos elementų skaičiavimus, parinkdama tinkamus grandinės komponentų parametrus. Apskaičiavimai remiasi elektrotechniniu - matematiniu aprašu ir neprieštaruja LR galiojančioms Elektros Įrenginių Įrengimo Taisyklėms</p>



2.1 pav. „Elektros jėgos tinklo projektavimo sistema“ taikomųjų uždavinių modelis

2. 2 lentelė

„Elektros jėgos linijų projektavimo sistema“ taikomųjų uždavinių aprašymas

Uždavinys	Aprašymas
Naudotis braižymo įrankiu	<p>Projektavimo sistema suprantama kaip visavertis braižymo- skaičiavimo – archyvavimo įrankis. Toks įrankis turėtų leisti naudotis visomis funkcijomis, būdingomis šiuolaikinėms braižymo priemonėms:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pasirinkti matavimo vienetus, nusistatyti reikiamo formato popieriaus erdvę, leistų formatuoti linijas, tekstą, sukurti blokus, papildomus sluoksnius, vartotojo stilių, leistų sukurti tipinių simbolių biblioteką, plačiose ribose keisti peržiūrimo brėžinio mastelį; - braižymo įrankis skirtas dvimačiams brėžiniams kurti
Pasirinkti elementus iš elementų aibės	<p>Elektros grandinių elementus Vartotojas pasirenka iš figūrų bibliotekos. Bibliotekoje saugomi elektrinių simbolių žymėjimo elektros tinklo vienlinijinėse schemose ir brėžiniuose figūros, naudojamos Lietuvos Respublikoje ir atitinkančios Lietuvos standartus. Kiekvienas elektrinis žymėjimo simbolis, saugomas bibliotekoje, aprašytas tam tikrais tam simboliui būdingais parametrais. Simbolių aibę realizuoja intelektualiai figūra, kuri pagal vieną iš pasirinktos figūros požymių keičia savo grafinį vaizdą.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Elektros energijos šaltinis</i>. Gali grafiškai atvaizduoti transformatorinę pastotę arba elektros maitinimo skydą. 2. <i>Elektros tiekimo linija</i>. Linija gali būti oro linija izoliuotais laidais, oro linija plikais laidais, kabelinė linija, vidaus instaliacija. 3. <i>Šina</i>. Skirta sujungti skirtingus elektros tinklo elementus ir gali turėti nuo 2 iki 12 prijungimo taškų. 4. <i>Apsaugos</i>. Tai saugiklis, automatinis jungiklis, termo relė, kirtiklis (kompaktiškas). 5. <i>Elektros energijos imtuvas</i>. Juo gali būti elektros tinklo rozetė, kaitinimo elementas, variklis su lengvu paleidimu, variklis su sunkiu paleidimu, kaitrinis apšvietimo šaltinis, liuminescencinis apšvietimo šaltinis, abonentas. <p>Vartotojas pasirenka elementus iš simbolių bibliotekos ir pele „nutempia“ juos į brėžinio erdvę. Figūros pertempimo metu automatiškai atsidaro <i>vartotojo savybių forma</i>, į kurią įvedami pradiniai duomenys apie figūrą, pvz., linijos ilgį</p>
Sujungti elektrinių grandinių elementus	<p>Vartotojas sujungia atskiras figūras tarpusavyje sudarydamas elektros jėgos tinklo vienlinijinę schemą. Čia sistemos vartotojas turi pritaikyti savo elektrotechnines žinias, ir sujungimai turi būti korektiški. Programa atliekant sujungimą iškviečia įvykį apdorojančią procedūrą, kuri patikrina ar galima prie figūros prijungti esamą figūrą.</p> <p>Prie <i>šaltinio</i> gali būti prijungta <i>apsauga</i> arba <i>linija</i>, prie <i>apsaugos</i> gali būti prijungta <i>linija</i> arba <i>imtuvas</i>, prie <i>linijos</i> gali būti prijungtas <i>imtuvas</i> arba <i>sujungimų šina</i>, prie <i>sujungimų šinos</i> gali būti prijungta <i>apsauga</i> arba <i>linija</i>, o prie <i>imtuvo</i> prijungimai neleidžiami. Taip pat neleidžiama elementus perdengti, t. y. ant jau prijungto elemento “viršaus” prijungti kitą</p>
Atlikti skaičiavimus	<p>Kompiuterinė projektavimo sistema atliks skaičiavimus, kurių metu nustatys bendrąją instaliuota ir skaičiuojamąją galią, bendrąją skaičiuojamąją srovę, nominalias darbo sroves linijų šakose, įtampos kritimus, variklių paleidimo sroves, tinkamas linijų apsaugas, linijos laidininkų skerspjūvius, apsaugas, reikalavimus šaltiniui, reaktyviąją galią kompensuojančio kondensatoriaus talpą</p>

2.2 lentelės tęsinys

1	2
Pateikti informaciją apie grandinę	<p>Skaičiavimo rezultatai turi būti pateikti patogia forma. Kiekviena bibliotekos figūra turi savo parametrus aprašančią figūros savybių formą <i>custom properties</i>. Skaičiavimo rezultatai atvaizduojami brėžinyje ir gali būti peržiūrimi figūros savybių formoje arba figūros lentelės pagalba. Savybių forma gali būti iškviesta du kartus spragtelėjus ant brėžinyje esančios figūros, iš papildomo meniu arba gali būti pastoviai įjungta per Visio meniu <i>Wiew- Custom Properties Window</i>.</p> <p>Vartotojas pasirenka ar „savybių forma“ matoma darbalaukyje ar pilnai išjungta (nematoma). Įjungta „savybių kortelė“ turi kelis laukus, kuriuose nurodomi vieno iš elementų pradiniai parametrai. Vienu metu „savybių forma“ vaizduoja tik vieno, brėžinyje pažymėto („išrinkto“), elemento parametrus.</p> <p>Kartu formos lange rodomas trumpas pagalbinis užrašas apie atliekamą operaciją.</p> <p>Norint pamatyti kito elemento parametrus, reikia brėžinyje pele pasirinkti tą elementą. „Savybių formoje“ galima pasirinkti, kokios kortelės reikšmės vaizduojamos brėžinyje, prie schemas simbolių elementų, o kurios paslėptos.</p> <p>Norint gauti pilną informaciją apie figūros pradinius, tarpinius ir galutinius skaičiavimų duomenis, galima iškviesti figūros lentelę „<i>shape sheet</i>“. Šioje lentelėje saugomos ir atvaizduojamos formulės bei reikšmės</p>
Pateikti programos darbo klaidas.	<p>Vartotojas suveda tik būtinus pradinius duomenis, projektavimo sistema pagal juos apskaičiuoja likusius grandinių elementų parametrus ir skaičiavimo rezultatus pateikia Vartotojui grafine forma.</p> <p>Esant programos darbo klaidai, išduodami lakoniški pranešimai apie programos būseną</p>
Redaguoti schemą	<p>Kompiuterinės projektavimo sistemos Vartotojas priima sprendimą ir, esant reikalui, gali pakeisti netinkamus brėžinio elementus arba jų parametrus. Projektavimo sistema gali atlikti skaičiavimus iš naujo. Ciklas gali būti kartojamas daug kartų, kol bus pasiektas norimas rezultatas</p>
Apipavidalinti grandinės išvaizdą, įrašyti komentarus	<p>Suprojektavus elektros jėgos linijas kompiuterinės sistemos pagalba, gali būti reikalinga į linijų brėžinį įrašyti komentarus, užrašus, pakeisti brėžinio išsidėstymą lape. Kuriamai sistema tai turėtų leisti atlikti</p>
Sudaryti grandinės elementų specifikaciją	<p>Norint sumažinti projektavimo laiko sąnaudas, pageidaujama, kad kompiuterinė sistema atliktų brėžinyje panaudotų elementų specifikaciją. Specifikacija turėtų būti formuojama atskirame dokumente.</p> <p>Tai atlieka EJLPS atskirame Excel formato dokumente suformuodama medžiagų specifikaciją</p>
Publikuoti grandinę internete	<p>Įgalina sukurtą brėžinį publikuoti internete. Galima pasinaudoti Visio paketo teikiamu funkcionalumu. Pati EJLPS tokio funkcionalumo neturi</p>
Išsaugoti grandinę kompiuterio rinkmenose ir atspausdinti	<p>Suprojektuotos elektros tinklo grandinės brėžinys, taip pat kaip ir elementų specifikacija yra dokumentas, todėl natūralu, kad brėžinį ir specifikaciją reikia išsaugoti kompiuterio kietajame diske ir atspausdinti. Kuriamai projektavimo sistema privalo turėti brėžinio išsaugojimo ir atspausdinimo galimybes. Šias funkcijas užtikrina Visio programinio paketo teikiamas funkcionalumas</p>

2. 3 lentelė

„Elektros jėgos linijų projektavimo sistema“ taikomųjų uždavinių duomenų srautų aprašymas

Informacinis srautas	Aprašymas
Braižyti brėžinį	Vartotojas projektavimo sistemos įrankiais braižo brėžinį. Vartotojas pastoviai kontroliuoja brėžinio kūrimą, pasirinkdamas iš programos meniu vis kitus įrankius, redaguodamas jau sukurtą brėžinį arba formuodamas naujas figūras. EJLPS vienlinijinės schemos braižomos pasinaudojant figūrų biblioteka ir sujungiant tas figūras tarpusavyje
Pasirinkti elementus iš bibliotekos	Vartotojas elektrinių simbolių elementus pasirenka iš “projektavimo sistemos” trafareto. Kiekvienam elementui „savybių kortelėje“ įvedamos pradinės reikšmės. „Savybių kortelė“ turi laukų antraštes, nurodančias, kur kokios reikšmės turi būti įvestos. Kai kurios reikšmės užfiksuotos pagal nutylėjimą ir, jeigu jos tinkamos, paliekamos nepakeistos. Siekiant išvengti neteisingų pradinių duomenų įvedimo, pradinės reikšmės daugeliu atveju pasirenkamos iš galimų reikšmių sąrašų
Sujungti elementus	Elementai sujungiami tarpusavyje juos „suklijuojant“. EJLPS tikrina atliekamus sujungimus ir neleidžia sujungti figūras neteisingu būdu. Jei figūra negali būti prijungiama, tai išduodamas pranešimas „figūra negali būti prijungta“ ir tokia figūra programiškai panaikinama. Kiekviena figūra turi „prijungimo“ taškus ir elementų sujungimai atliekami tarpusavyje tarp tų „prijungimo“ taškų. Kitokie elementų sujungimai neleistini, jei tikimės teisingų skaičiavimų rezultatų
Atlikti skaičiavimus	Vartotojas, atlikęs ankstesnių punktų reikalavimus, pasirenka programos meniu grupę “projektavimo sistema” ir meniu punktą „skaičiuoti“. Programa atlieka schemos elementų skaičiavimus
Gauti skaičiavimo rezultatus	Skaičiavimo rezultatai Vartotojui pateikiami brėžinyje figūrų teksto laukeliuose arba figūros <i>vartotojo savybių</i> formoje. Skaičiavimų rezultatai taip pat gali būti peržiūrėti figūros lentelės pagalba
Gauti pranešimą apie klaidą	Jei programoje įvyksta klaida arba, jei toks atvejis yra numatytas programos darbo algoritmo, kaip reikalaujantis išduoti pranešimą apie sistemos būseną, išduodamas pranešimas su trumpu būsenos aprašymu. Programos darbo klaida gali įvykti ir dėl reikšmių ribų viršijimo, nes elektros linijos turi savo ribines maksimalias reikšmes
Daryti pakeitimus	Vartotojas gali daryti pakeitimus brėžinyje ir atlikti pakartotiną skaičiavimą.
Pakeist išvaizdą	Vartotojas gali keisti brėžinio išvaizdą, įrašyti komentarus, daryti užrašus pasinaudodamas Visio terpės funkcionalumu
Gauti grandinės elementų specifikaciją	Programos meniu punktas „eksportuoti į Excel“ atlieka brėžinio elementų specifikaciją Excel lentelės pavidalu. Specifikaciją sukurama atskirame dokumente, kuri galima peržiūrėti, išsaugoti ir atspausdinti
Pateikti grandinę internete	Visio programinė terpė Visio funkcionalumo dėka leidžia brėžinį pateikti kaip interneto puslapį. Tokį “html” formato dokumentą galime peržiūrėti interneto naršyklės pagalba arba patalpinti serveryje
Išsaugoti grandinę ir ją atspausdinti	Programinė įranga, Vartotojui davus atitinkamas komandas, gali brėžinį atspausdinti arba išsaugoti kompiuterio atmintyje

2.1.4. Funkciniai sistemos reikalavimai

Funkciniai reikalavimai aprašo sistemos paslaugas. Čia galima išskirti:

1. Produktas, realizuotas Microsoft Visio terpėje, ir veikia su Office 2003 ir XP. Apjungia visas paslaugas, kurias teikia MS Visio. Taip pat apjungia visas operacinės sistemos funkcijas ir paslaugas.
2. Programinis produktas veikia kaip MS Visio makrokomandų rinkinys. Makrokomandos užrašytos Visio VBA versija 6.3.
3. Gali būti uždraustos projektavimo sistemos kaip makrokomandų rinkinio vykdymas Visio programos paleidimo metu.
4. Programinis priedas sukuria papildomą meniu grupę, pavadinimu “Projektavimas” MS Visio meniu juostoje.
5. Iš meniu juostos “Projektavimas” galime pasirinkti visą projektavimo sistemos funkcionalumą atspindinčias komandas.
6. Projektavimo sistemos figūros yra intelektualios, t.y. turi savo elgesį ir turi būti traktuojamos kaip objektai.
7. Figūros saugomos *projektavimo sistemos trafarete*, rinkmenoje su plėtiniu *.vss.
8. Trafareto “langas” iškviečiamas atidarant Visio programą.
9. Pradedamas naujas projektavimo sistemos dokumentas pasirenkamas iš *trafarečių* sąrašo. Dokumento *šablonas* tik nuskaitomas su jame saugomų projektavimo sistemos makrokomandų rinkiniu. Dokumento šablono rinkmenos formatas su galūne “vst”. Projektavimo sistemos makrokomandos automatiškai perkeliamos į naujai *šablono* pagrindu sukurtą dokumentą. Kartu iškviečiamas ir *projektavimo sistemos trafaretas*, kuriame saugomos figūros.
10. EJLPS atliks vienlinijinės schemos skaičiavimus. Skaičiavimų metu suras laidininkų skerspjūvius, linijų apsaugų nominalus, nustatys reikalavimus šaltiniui, suras reaktyviuosius galios nuostolius kompensuojančio kondensatoriaus talpą, bendrąją instaliuotąją ir skaičiuojamąją galią.
11. Skaičiavimų rezultatai bus atvaizduojami vienlinijinėje schemoje kaip užrašai prie schemos elementų. Figūros turi su jų savybėmis surištus teksto laukus. Apskaičiuotos reikšmės bus įrašomos į figūros savybių lentelės eilutes ir tuo pačiu atvaizduojamos figūros teksto lauke.
12. Vienlinijinė schema su skaičiavimų rezultatais arba be jų gali būti atspausdinta arba išsaugota kompiuterio atmintyje arba kietajame diske rinkmenos pavidalu. Rinkmenos gali būti saugomos ir archyvuojamos, automatiškai suieškamos operacinės sistemos *find* komanda.
13. Skaičiavimų rezultatai gali būti eksportuoti į Excel žiniaraštį. Excel žiniaraštis pateiks informaciją apie projektuojamos sistemos elementų, tokių kaip apsaugos ir linijos, specifikaciją.

14. Excel žiniaraštis gali būti atspausdintas arba išsaugotas kompiuterio atmintyje ar kietajame diske rinkmenos pavidalu. Informacija gali būti kaupiama ir archyvuojama.
15. Intelektualios figūros apjungia giminingų pagal prasmę elektros schemų figūrų ir simbolių aibę ir per savo savybes tą aibę išreiškia. Figūra “šaltinis” pavaizduoja elektros transformatorinę ir elektros maitinimo skydą. Elektros tiekimo linija gali būti oro linija izoliuotais laidais, oro linija plikais laidais, kabelinė linija arba vidaus instaliacija. Apsauga gali būti: saugiklis, automatinis jungiklis, termo relė, kirtiklis. Sujungimų šina gali keisti savo ilgį priklausomai nuo poreikio. Imtuvas gali būti variklis su lengvu paleidimu, variklis su sunkiu paleidimu, tinklo rozetė, transformatorius, kaitrinis apšvietimas, liuminescencinis apšvietimas, kaitinimo elementas, abonentas.
16. Intelektualių figūrų savybės keičiamos per *figūros* arba dar vadinamą *vartotojo savybių* formą, pasirenkant iš sąrašo vieną iš savybių. Pagal figūros tipo savybę keičiasi figūros grafinis atvaizdavimas.
17. Figūros savo figūros lentelėje saugo pradinius, tarpinių skaičiavimų ir galutinius duomenis. Tie duomenys gali būti peržiūrimi figūros lentelės pagalba.
18. Pradiniai figūros duomenys saugomi *figūros lentelėje* ir gali būti peržiūrimi ir redaguojami *vartotojo savybių* formos pagalba.
19. Kiekvienos *figūros vartotojo savybių* forma gali būti iškviečiama per kontekstinį meniu, t. y. paspaudus dešinį pelės klavišą, kai ta figūra jau pažymėta. Iš kontekstinio meniu galima pasirinkti meniu punktą “Redaguoti savybes”. Pasirikus meniu punktą “Redaguoti savybes” iškviečiama *vartotojo savybių* forma, kurioje ir pakeičiamos figūros savybės. Savybių forma gali būti iškviesta ir du kartus spragtelėjus „pele“ ant tam tikros figūros.
20. Vienlinijinė schema braižoma aktyviame darbo dokumente sujungiant (“suklijuojant”) figūras. Figūras “pertempiant” iš projektavimo sistemos trafareto į Visio dokumento lauką iškviečiama *vartotojo savybių* forma. Formoje įvedami arba pasirenkami iš sąrašo figūros duomenys. Šie duomenys gali būti redaguojami per *savybių formą*, kuri gali būti iškviesta iš pagrindinio Visio arba kontekstinio meniu. Figūrose saugomos parametrų reikšmės pagal nutylėjimą gali būti pakeistos.
21. *Vartotojo savybių formos* lango apatinėje dalyje kiekvienai iš operacijų rodomas trumpas pagalbinis operacijos ar įvedamos reikšmės prasminis aprašas.
22. Projektavimo sistema analizuoja vienlinijinės schemos sujungimų grafą ir automatiškai sugeneruoja savybių *connects* pagalba kolekcijos tipo grafo aprašą.
23. Figūrų sujungimo metu iškviečiama sujungimo įvykį analizuojanti procedūra. Procedūra pagal savo aprašą tikrina kokios figūros tarpusavyje gali būti sujungiamos. Esant klaidai, išduodamas pranešimas kad tokia figūra neprijungiama. Prijungimo nesėkmės atveju figūra yra panaikinama.

24. Tikrina ar sujungimų grafe yra figūra pavadinimu “šaltinis”. Jei “šaltinis “ nerastas, išduodamas pranešimas ir skaičiavimai toliau nevykdomi. Skaičiavimai visuomet pradedami nuo pirmojo schemeje nubraižyto “šaltinio”. Jei brėžinyje yra daugiau šaltinių, į juos nekreipiama dėmesio.
25. EJLPS, pradėjusi skaičiavimus nuo šaltinio, tikrins ar yra prijungtų imtuvų. Jei imtuvai neprijungti, išduos pranešimą, kad nėra prijungtų imtuvų, ir skaičiavimai toliau nebus vykdomi.
26. Projektavimo sistema skaičiuos trijų fazių (su išeminta neutrале) 0,4 kV įtampos elektros jėgos tinklo linijas.
27. Projektavimo sistema apskaičiuoja naują elektros jėgos tinklo schemą, arba atestuoja esamas linijas.
28. Produkte taip pat numatytos galimybės:
 - a) pasirinkti elementus iš elementų aibės;
 - b) užduoti pradinis duomenis, kiekvienam iš elementų. Duomenys nurodomi elemento „savybių kortelėje“;
 - c) sujungti elektrinių grandinės elementus, sudarant vienlinijinę schemą;
 - d) atlikti linijų ir apsaugų skaičiavimus;
 - e) peržiūrėti skaičiavimo rezultatus (kiekvieno elemento skaičiavimo detalūs rezultatai pateikiami jo „savybių kortelėje“), atvaizduojamus brėžinyje;
 - f) gauti pranešimą apie klaidą, jei sistema ją rado;
 - g) pakeisti pradinis duomenis ;
 - h) skaičiavimus atlikti iš naujo.
29. Sudaryti schemas elementų specifikaciją ir ją pateikti atskirame Excel formato dokumente.
30. Apskaičiuoti reaktyviusios galios nuostolius kompensuojančio kondensatoriaus talpą ir pateikti informaciją apie skaičiavimo rezultatus.
31. Sukurti vartotojo naują elektrinės grandinės simbolių ir modifikuoti esamą, jei tas simbolis nėra iš bazinių elektrinių simbolių aibės.
32. Prie *šaltinio* gali būti prijungta *apsauga* arba *linija*, prie *apsaugos* gali būti prijungta *linija* arba *imtuvas*, prie *linijos* gali būti prijungtas *imtuvas* arba *sujungimų šina*, prie *sujungimų šinos* gali būti prijungta *apsauga* arba *linija*, o prie *imtuvo* prijungimai neleidžiami. Taip pat neleidžiama elementus perdengti, t. y. ant jau prijungto elemento “viršaus” prijungti kitą.
33. Visio dokumentą išsaugoti kaip tinklapį ir publikuoti tinklapį internete.
34. Išsaugoti brėžinį, skaičiavimo rezultatus, elementų specifikaciją kompiuterio rinkmenose ir atspausdinti.
35. Turėti programos vadovą, trumpai aprašantį darbą su sistema ir jos funkcijomis, galimas sistemos klaidas.

36. Projektavimo sistemos figūros gali būti panaudotos vienlinijinės schemos ir kitokių laisvos formos brėžinių ar schemų braižymui tuo atveju, kai neatliekami jokie elementų skaičiavimai.
37. Atliekant skaičiavimus priimta, kad įtampos kritimas linijoje būtų ne didesnis kaip 2%, o įtampos kritimas nuo paleidimo srovės ne didesnis kaip 5%.
38. Pateikti informaciją apie programinio produkto autorių.
39. Numatyta galimybė šalinti programinį priedą iš Visio aplinkos.
40. Eksportuoti ir importuoti duomenis Visio galimybių ribose.
41. Galimybė perskaityti programinio produkto licencinę sutartį.

2.1.5. Nefunkciniai sistemos reikalavimai

Nefunkciniai sistemos reikalavimai nusako sistemos funkcijų ir kūrimo proceso apribojimus. Labai svarbūs numatyti įvertinti ir realizuoti. Neįvykdžius šių reikalavimų, sistema gali neveikti. Galime išskirti tokius nefunkcinius reikalavimus, kaip:

1. Produktas veikia Visio 2002 ir Visio 2003 programinėse terpėse.
2. Specifikacijų kūrimui reikalingas MS Office Excel 2003 paketas su lietuviška arba angliška vartotojo sąsaja. Tam būtina sukurti dvi skirtingas EJLPS versijas.
3. Priimkime, kad EJLPS elektros imtuvai ims reaktyviają energiją iš tinklo, bet į tinklą jos neatiduos.
4. Produktas turi veikti Windows 9X/ME/2000/XP operacijų sistemose ir gali naudotis jos resursais (pavyzdžiui rinkmenų paieška, trynimas, pervadinimas, atstatymas, perkėlimas), kai instaliuojamas Visio 2002 arba Windows 2000/XP, kai instaliuojamas Visio 2003 Pro. Reikalaujama, kad interneto naršyklė Internet Explorer būtų ne senesnė nei 5.0 versijos.
5. Galės veikti su Windows 9X/ME/2000/XP suderinama aparatūra, turinčia atitinkamas sertifikuotas tvarkykles, pavyzdžiui, spausdintuvai dokumentų spausdinimui.
6. Programos gyvavimo ciklas - apie 5metai. Priklauso nuo Visio palaikymo ir numatomų pakeitimų. Tai apsprendžia Visio VBA versija. Sistema kuriama VBA 6.3 versijai, kuri integruota į Visio 2002 ir Visio 2003.
7. Reikalavimai kompiuteriui tokie, kaip kad *Microsoft Office* ir papildomai Visio paketui, priklausomai nuo instaliuojamos versijos. Rekomenduojamas ne mažesnis nei 256 MB RAM kiekis. Minimalūs reikalavimai pateikti 3.1 lentelėje.

8. Produktas įdiegiamas pasinaudojant autonominiu instaliavimo paketu, o instaliavimas vykdomas automatiškai, instaliavimo vedlio pagalba, pasirenkant reikiamus nustatymus iš dialogo langų. Pagal nutylėjimą instaliavimas vyksta į katalogą "C:/Program Files/Microsoft Office/Visio10/1033/Solutions". Gali būti pasirinktas ir kitas instaliavimo kelias, jei Visio instaliuotas kitaip.

9. Instaliavimo paketas pateikiamas CD arba internete.

10. Geresniam reikalavimų specifikavimui ir kūrimo rizikos mažinimui sukurtas vartotojo sąsajos prototipas, taip pat išmetimo prototipas, suprogramuotas su Visual Basic, naudojamas sudėtingiems paieškos algoritmams modeliuoti.

11. Produkto elgsena ir valdymas turi atitikti šiuolaikinius grafinės vartotojo terpės reikalavimus ir įgyvendinti šias sąlygas:

- būti intuityvus ir nesunkiai suprantamas Windows 9X/ME/XP, MS Office 2000/XP, IE 5/6 vartotojams; Sistemos vartotojas, padarydamas po vieną klaidą per valandą, turi pradėti dirbti po 8 valandų apmokymo;
- veikti saugiai ir patikimai: nekelti grėsmės kitai programinei įrangai, duomenims, aparatinei įrangai, netrukdyti kitų sistemų darbui, nesukelti MS Ofise ir Visio „lūžių“, veikti patikimai, meniu langai estetiškai, nekenkti vartotojo sveikatai. Programa be sutrikimų turi dirbti 2 valandas;
- iškilusios išimtinės situacijos turi būti tinkamai apdorotos programos viduje, informuojant vartotoją apie iškilusias problemas;
- sistemos įdiegimui iš vartotojo gali būti pareikalauta turėti kompiuterio administratoriaus teises.

12. Kompiuterinė projektavimo sistema skaičiavimus atliks supaprastintais metodais, todėl skaičiavimų rezultatų paklaida bus apie 5% ir neviršys 10%.

13. Vartotojas projektuojamos grandinės elementus turi pasirinkti tik iš tam tikros elementų aibės, jeigu nori atlikti elementų skaičiavimus, priešingu atveju sistema neatliks skaičiavimų.

14. Modifikuoti projektavimo sistemos trafareto figūras galima tik turint specialias žinias ir programos autoriui sutinkant.

15. Projektavimo sistema skaičiavimus atliks tik trifazėms 0,4 kV įtampos elektros jėgos tinklo linijoms.

16. Produkto modifikavimas, platinimas, kopijavimas ir kopijų laikymas turi būti suderintas su programinio produkto autoriumi. Programinis produktas ginamas autorinėmis teisėmis, pagal galiojančius Lietuvos Respublikos įstatymus.

17. Projektavimo sistemos VBA moduliai apsaugoti pakankamo ilgio slaptažodžiu ir negali būti redaguojami be autoriaus sutikimo.

18. Vartotojo pagalbos sistema bei vartotojo dokumentacija pateikiama lietuvių kalba.

19. Skaičiavimai paremti LR teritorijoje galiojančiais EJT taisyklių reikalavimais ir joms neprieštarauja.
20. Linijų skaičiavimai atliekami remiantis elektros įrenginių gamintojų pateiktais duomenimis, elektrotechniniu – matematiniu aprašymu, žinytų informacija.
21. Projektavimo sistemos duomenų apsaugai, jei naudojama Windows XP operacinė sistema, gali būti panaudota šifruota failų sistema EFS. Šifravimo ir dešifravimo procesą pilnai palaiko Windows XP operacinė sistema. Užšifruotais duomenimis gali naudotis keli vartotojai vienu metu. Šifruota failų sistema užtikrina aukštą apsaugos lygį nuo “hakerių” atakų.
22. EJP neparinks laidininkų izoliacijos ar apvalkalo tipo.
23. Didžiausias apskaičiuojamos linijos ilgis gali būti ne daugiau 3000 m.
24. Didžiausias linijų apskaičiuojamas skerspjūvis aliuminio gyslų linijoms gali būti ne daugiau 240 mm², o vario gyslų linijoms 185 mm².
25. Maksimalus sujungimų grafo figūrų skaičius apribojamas sąlyga, kad grandinėje nuo šaltinio iki imtuvo gali būti ne daugiau kaip trejos linijos, kurių ilgis didesnis kaip 15m, o papildomų linijų bendras ilgis neviršytų 5m.

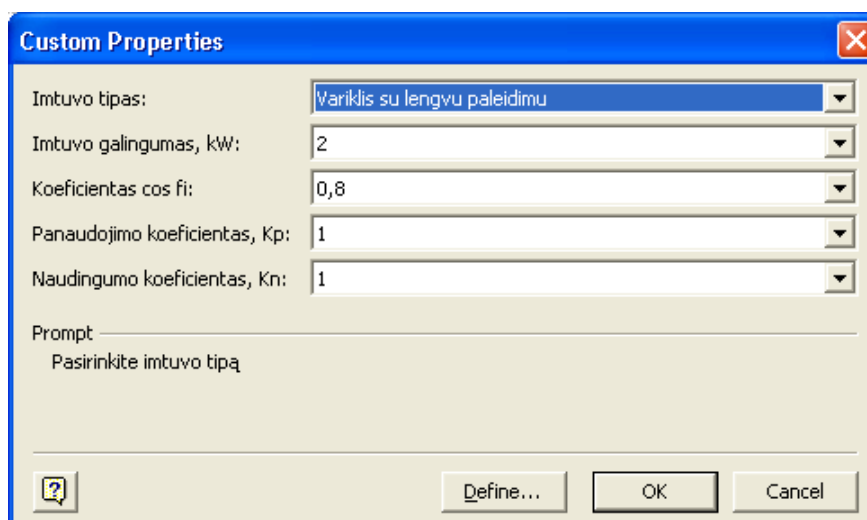
2.2. Duomenų struktūra

EJLPS Figūros - tai tarsi realaus pasaulio esybės, turinčios tam tikrą elgesį, ir gali būti traktuojamos kaip objektai. Jų elgesį apsprendžia figūrų lentelėje saugomos formulės. Kiekviena iš figūrų apjungta į giminingų figūrų aibę - taip sumažinamas bendras figūrų skaičius ir supaprastėja jų valdymas. Iš trafareto, pasirenkant figūras ir perkeliant jas į Visio dokumentą, sukuriamos analogiškos figūrų kopijos. Visio dokumente braižoma vienlinijinė elektros jėgos tinklo schema sujungiant figūras tarpusavyje ir įvedant pradinis figūrų duomenis. Taip Visio dokumente sukuriamas pakankamas skaičius figūrų. Visos dokumento tarpusavyje sujungtos figūros kartu paėmus sudaro EJLPS duomenų aibę. Išskiriamos penkios giminingų figūrų rūšys (aibės):

- *elektros energijos šaltinis*, toliau vadinamas tiesiog šaltiniu,
- *imtuvas*,
- *apsauga*,
- *linija*,
- *sujungimų šina*, toliau vadinama šina

Informacija apie figūrų rūšis ir jų poaibius pateikta 2.4 lentelėje ir potipių grafiniame modelyje, pavaizduotame 2.5 paveiksle. Figūrų aibių formalus aprašas pateiktas 2 priede.

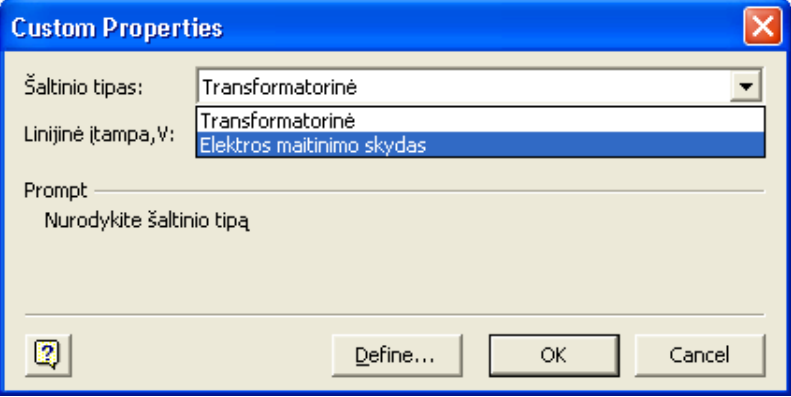


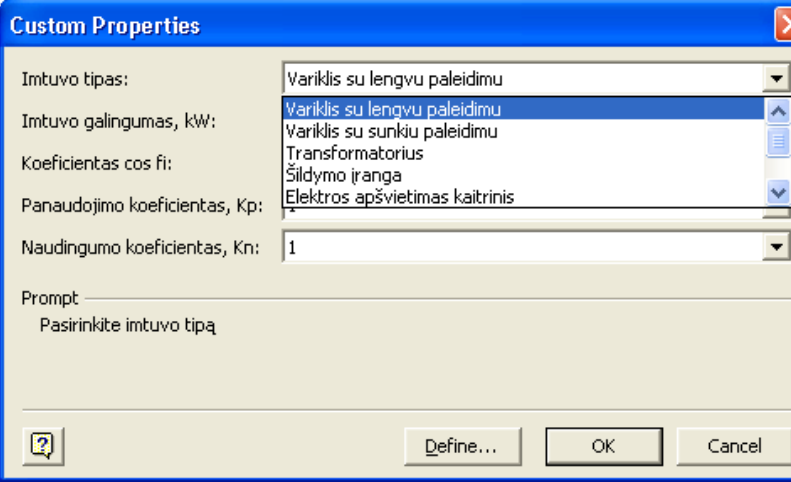
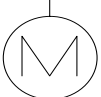
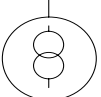
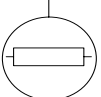
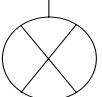
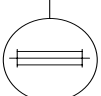
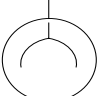
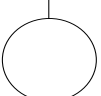
Visos figūros savyje saugo pradinis, tarpinius ir galutinius skaičiavimų duomenis. Duomenys įvedami, redaguojami figūros savybių formos pagalba (2.2 pav. ir 5 priedas).



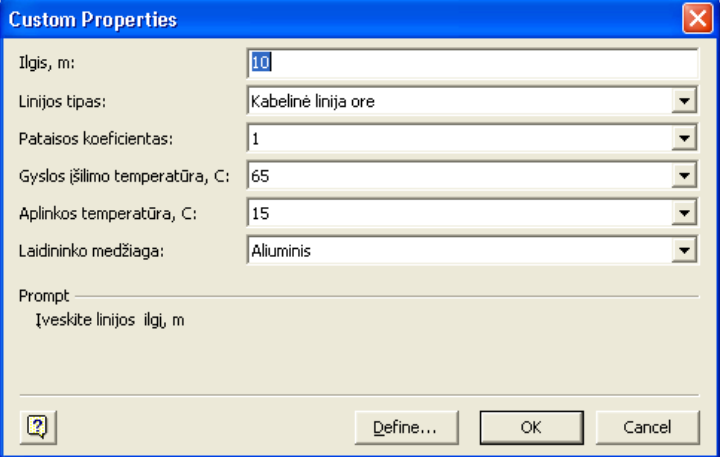
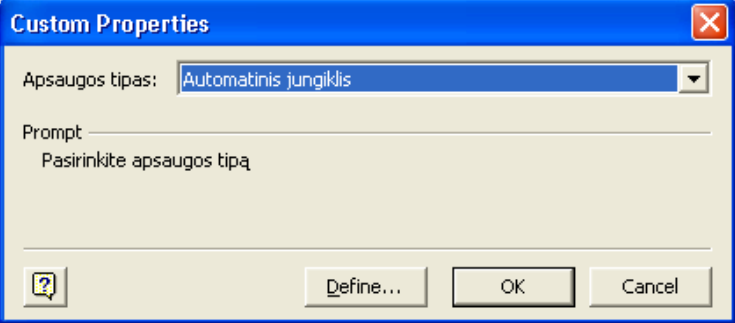
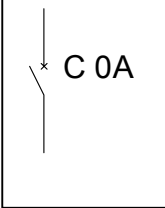
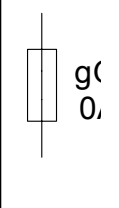
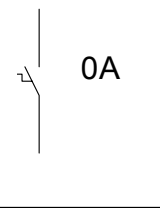
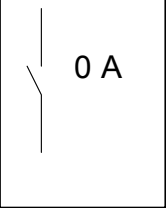
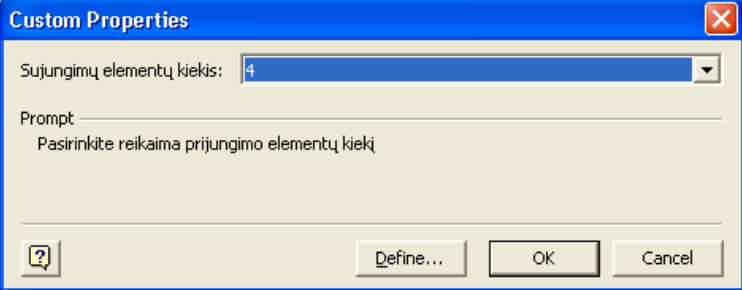
2.2 pav. Dialogo langas vadinamas *figūros* arba *vartotojo savybių forma*

2. 4 lentelė

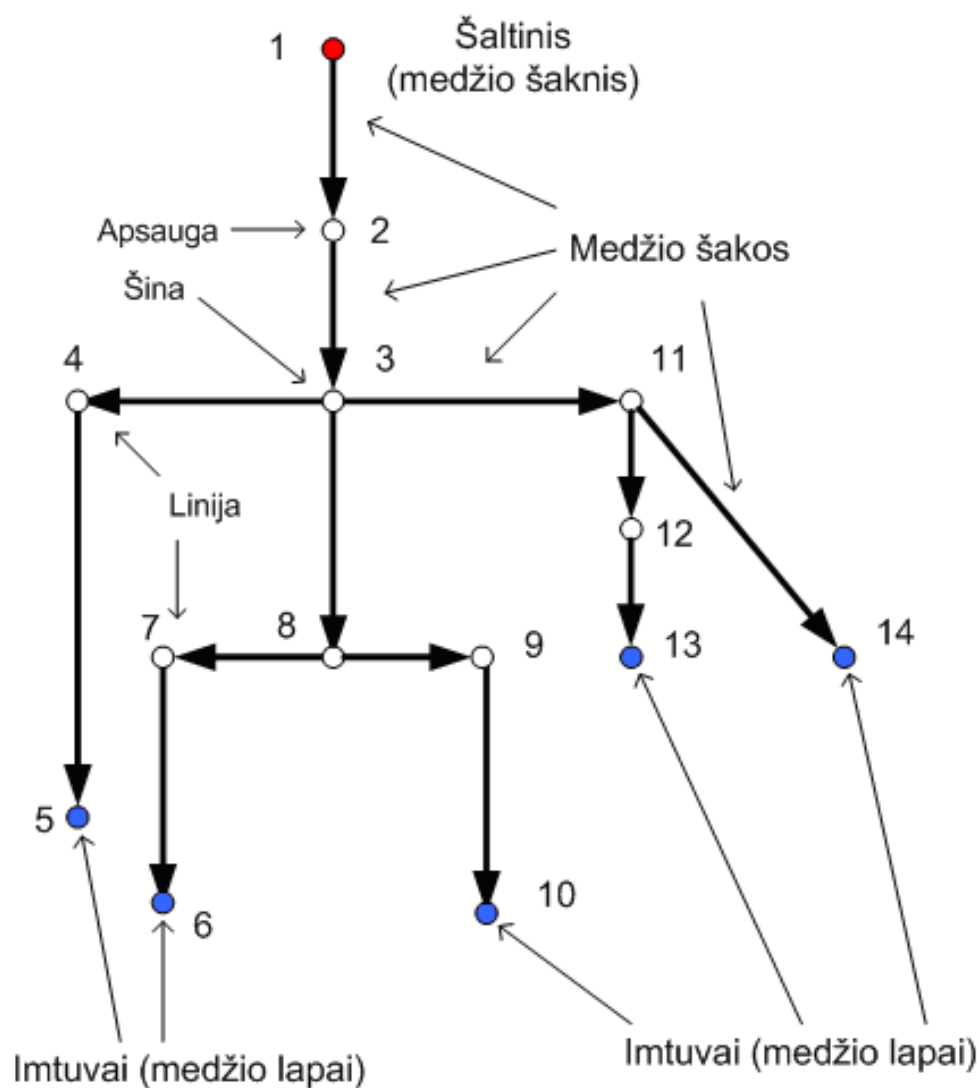
EJLPS figūros ir jų grafiniai poaibiai

Figūros pavadinimas ir galimų potipių sąrašas	Figūros savybių forma, kurioje pasirenkamas figūros atvaizdavimas ir nurodomi figūros pradiniai duomenys	Figūros poaibių grafinis atvaizdavimas
Šaltinis		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>P tr. =0 kW, P i =0 kW, Psk. =0 kW sk. =0 A</p>  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>I tr. j.=0 A , P i=0 kW, Psk.=0 k sk.=0 A</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">Transformatorinė</div> <div style="text-align: center;">Elektros maitinimo skydas</div> </div>
Imtuvas. Čia: 1- variklis su lengvu arba sunkiu paleidimu, 2- transformatorius, 3- kaitinimo elementas, 4- apšvietimas kaitrinis, 5- apšvietimas liuminescencinis, 6- kištukinių lizdų linija, 7- abonentas		<div style="display: grid; grid-template-columns: repeat(4, 1fr); gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  <p>P=2 kW; cosf=0,8; Kp=0,8; Kn=0,92; Itrj=0 A</p> <p style="text-align: center;">1</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  <p>P=2 kW; cosf=0,8; Kp=0,8; Kn=1; Itrj=0 A</p> <p style="text-align: center;">2</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  <p>P=3,5 kW; cosf=1; Kp=1; Kn=1; Itrj=0 A</p> <p style="text-align: center;">3</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  <p>P=2 kW; cosf=1; Kp=1; Kn=1; Itrj=0 A</p> <p style="text-align: center;">4</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  <p>P=1,5 kW; cosf=1; Kp=1; Kn=1; Itrj=0 A</p> <p style="text-align: center;">5</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  <p>P=2 kW; cosf=0,8; Kp=0,8; Kn=1; Itrj=0 A</p> <p style="text-align: center;">6</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  <p>P=2 kW; cosf=0,8; Kp=0,8; Kn=1; Itrj=0 A</p> <p style="text-align: center;">7</p> </div> </div>

2. 4 lentelės tęsinys

1	2	3
<p>Linija</p> <p>Linijos tipą nurodo užrašas prie jos: KL- kabelinė linija žemėje, KL ore – kabelinė linija ore, OL iz.- oro linija izoliuota, OL – oro linija neizoliuota, Inst.- vidaus instaliacija</p>		<p style="text-align: center;">AI 4x0, l=10 m</p> <p>Linija. Keičiant linijos tipą grafinis vaizdas nesikeičia</p>
<p>Apsauga</p>		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  C 0A Automatinis jungiklis </div> <div style="text-align: center;">  gC 0, Saugiklis </div> <div style="text-align: center;">  0A Termo relė </div> <div style="text-align: center;">  0 A Kirtiklis </div> </div>
<p>Šina</p>		<p style="text-align: center;"> $P_i=0kW; P_{sk}=0kW;$ $K_p=0; \cos \varphi=0$ </p> <hr style="width: 20%; margin: auto;"/> <p>Sujungimų šina. Visuose atvejuose keičiasi tik šinos ilgis</p>

Elektros jėgos tinklo vienlinijinė schema gali būti aprašyta ir nagrinėjama kaip diskretiškosios matematikos objektas - orientuotas, medžio tipo grafas, t. y. grafas, neturintis ciklų. Grafo mazgai - tai figūros. Medžio tipo grafo šaknis atitinka elektros energijos šaltinį, medžio lapai – imtuvus. Tarpiniai mazgai- tai apsaugos ir linijos. Mazgai, iš kurių vyksta atsišakojimai, atitinka sujungimų šinas. 2.3 paveikslėlyje pavaizduotas grafas medis matematiškai atvaizduoja vienlinijinę elektros jėgos tinklo schemą. Grafas orientuotas, nes vektorius kryptis parodo srovės (energijos) tekėjimo kryptį.



2.3 pav. Elektros grandinės – medžio tipo grafo pavyzdys su grafo struktūrą atspindinčiais terminais

Elektros tinklo vienlinijinėje schemoje projektavimo sistemos figūros apjungiamos į sujungimų grafą. Figūrų grafas sudaro bendrą projektavimo sistemos duomenų struktūrą.

Atliekant skaičiavimus paieška vykdoma grafo šakomis. Paieška visuomet pradedama nuo šaltinio. Norint surasti pvz. šakų mazgais pratekančias elektros sroves, reikia, visų pirma, surasti pareikalaujamus galingumus. Tam atliekama paieška gilyn. Paieškos metu aplankius mazgus

galingumą dedamosios sumuojamos, lapuose sužinome konkrečias imtuvų galias, o medžio šakų mazgų galios iš anksto priimtos lygios nuliui. Paieškos metu suradus lapą ir sužinojus jo galingumą (atskirai aktyviają ir reaktyviają dedamąją), grįžtama atgal į prieš tai buvusią viršūnę, nes iš lapo nėra kur eiti, reikia grįžti atgal. Tai lapo požymis. Aplankyta viršūnė tampa išsemta, nebenauja, ir į ją daugiau nebeeiname. Paieška baigiama sugrįžus į pradinį paieškos tašką – medžio šaknį (šaltinį), kuomet visos šakos ir lapai aplankyti ir galingumai apskaičiuoti. Paieškos algoritmai plačiau aptarti 5 priede.

Atliekant elektros jėgos linijų skaičiavimus naudotasi elektros linijų parametrus nusakančiomis matematinėmis formulėmis ir lentelėmis, pateiktomis 3 priede.

Pasirenkant fizinę duomenų struktūrą buvo pasinaudota figūrų savybėmis. Figūra – tai objektas, tutintis savo elgesį ir galintis saugoti duomenis. Tie duomenys saugomi *figūros lentelėje*. Figūroje duomenys gali būti saugomi kaip skaičiai, eilutės, fiksuotas sąrašas ir turi savo vardą. Tai figūros kintamieji. Tiems kintamiesiems galime priskirti tam tikras reikšmes pagal nutylėjimą. Figūros suprogramuotos įvedant formules ir reikšmes į figūrų lenteles. Figūros lentelė iškviečiama pažymėjus figūrą ir pasirinkus iš Visio meniu punktą *Windows- Show ShapeSheet* (2.6 pav.).

Projektuojant figūras atsižvelgta į figūros savybes ir į tuos kintamuosius, kuriuos ji turėtų saugoti. Figūros saugomi kintamųjų duomenys buvo susieti su *figūros savybių forma*. Forma adaptuojama konkrečioms figūroms taip, kad vienų kintamųjų duomenys gali būti matomi ir redaguojami formos lange, o kiti duomenys nematomi ir prieinami programiškai arba gali būti peržiūrėti figūros lentelės pagalba. Tokie duomenys pasiekiami per objekto savybę “cell”, nurodant kintamojo ir celės vardą. Norint atvaizduoti skaičiavimų rezultatus, figūra turi teksto lauką, susietą su skaičiavimų rezultatų lauku. Kai rezultatas apskaičiuotas, jis iškart parodomas brėžinyje. Jei skaičiavimai neatlikti, prie figūrų rodomos nulinės reikšmės.

Toks duomenų fizinis modelis pasirinktas dėl to, kad patogų su figūra susijusius duomenis saugoti pačioje figūroje. Duomenys inkapsuliuoti, todėl gali būti kontroliuojami. Kintamieji gali būti pasiekiami iš bet kurios programos vietos, kai kreipiamės į figūrą. Atliekant skaičiavimus reikia žinoti figūros vardą ir su juo asocijuotų kintamųjų vardus. Kadangi programoje gali būti atliekami skaičiavimai su keliomis dešimtimis figūrų, o figūros gali turėti virš dešimties su juo susijusių kintamųjų, tai kintamųjų bendras skaičius labai didelis. Didelio skaičiaus kintamųjų valdymas būtų labai sudėtingas ir painus, jei jie nebūtų susieti su figūra.

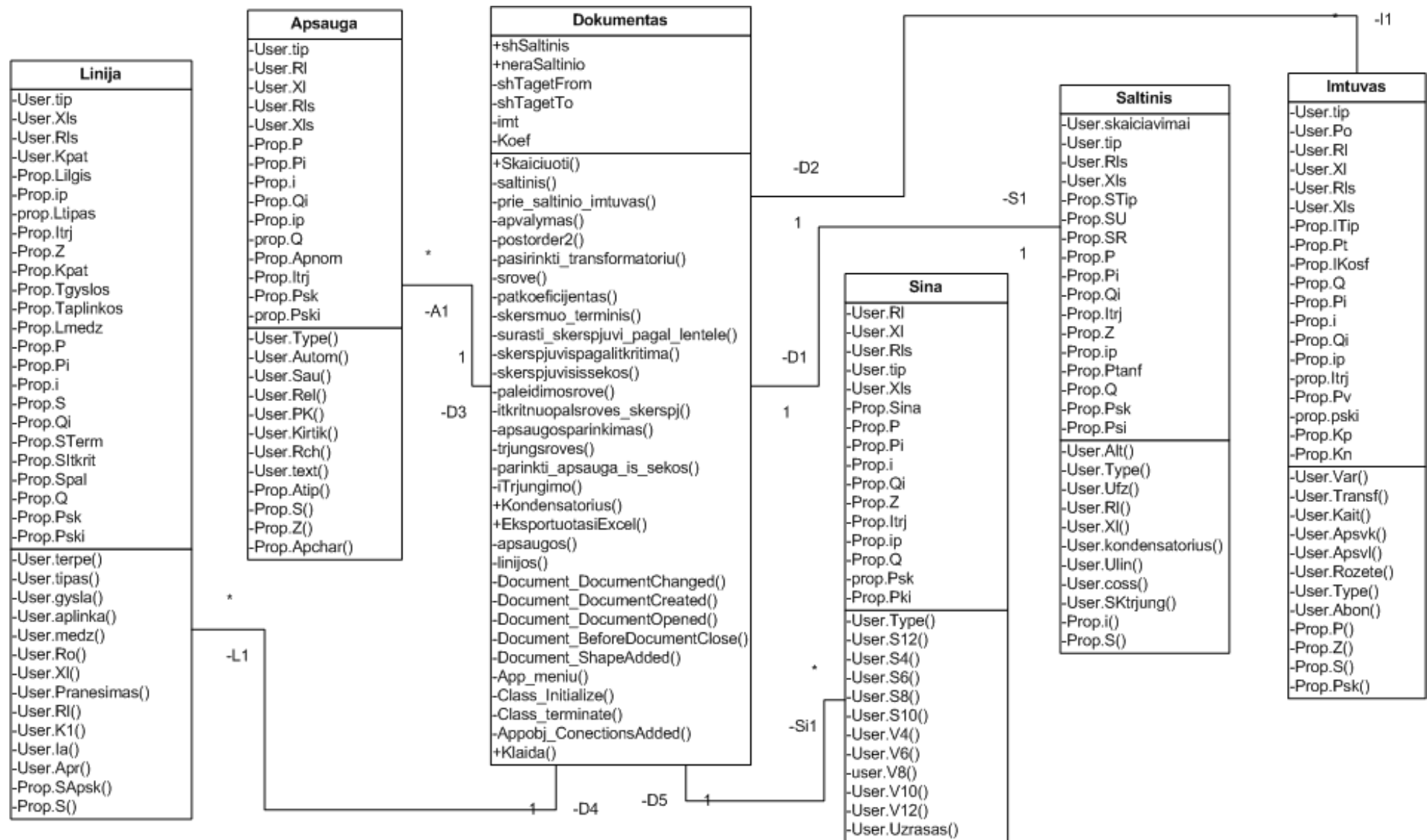
Duomenų bazė duomenims saugoti nenaudojama dėl Visio figūrų gebėjimo saugoti duomenis.

Duomenų struktūra atvaizduota grafiškai klasių diagramoje (2.4 pav.).

Įvedant su figūra susijusius pradinis duomenis, atliekama duomenų kontrolė. Tam figūra turi kintamųjų reikšmes pagal nutylėjimą. Beveik visais atvejais galimos įvesti reikšmės nurodytos pasirinkamame figūros savybių formos fiksuotame sąraše. Fiksuotame sąraše įvertinamos galimos

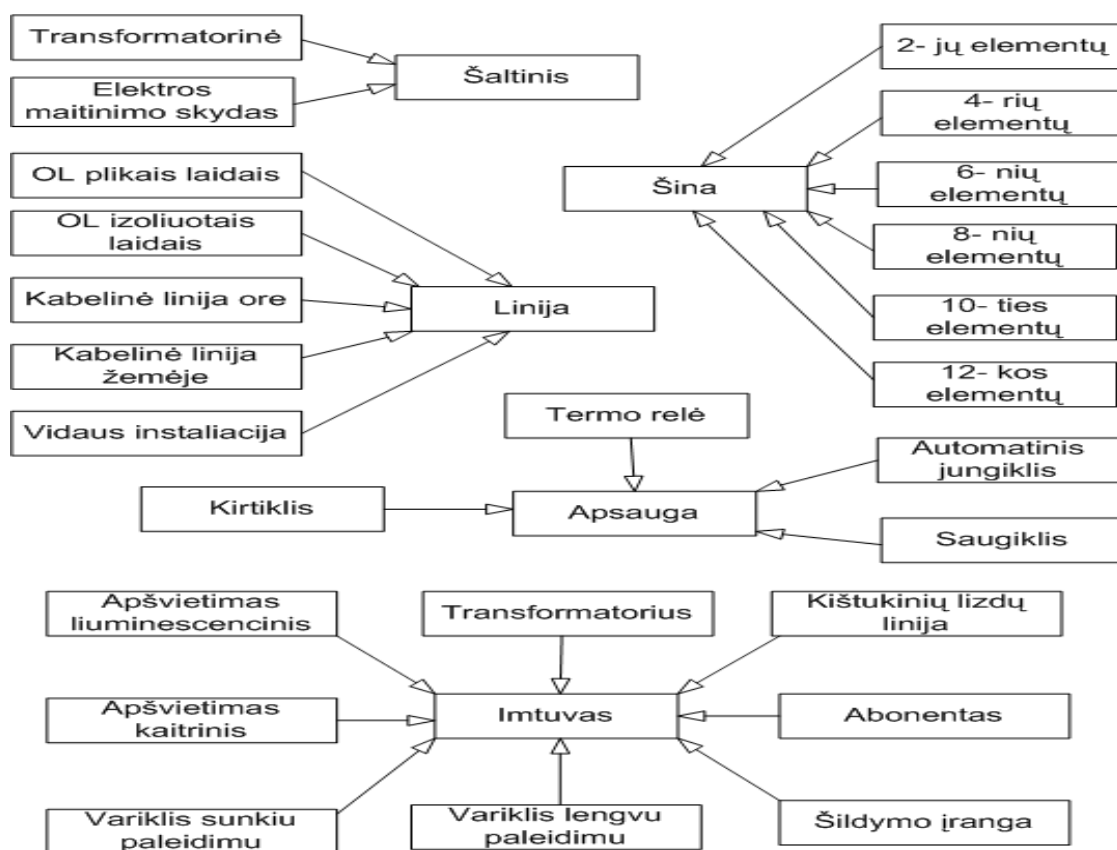
įvesti dažniausiai vartojamos reikšmės, apsaugant nuo neteisingo reikšmių intervalo pasirinkimo. Įvykus nenumatytai klaidai, išduodamas pranešimas apie klaidą. Esant reikalui patikrinama, ar įvestas simbolis yra teksto eilutė ar skaičius.

3 priede pateiktos lentelės saugomos programoje kaip duomenų masyvas. Konstantos pagal požymius iš masyvo yra išrenkamos ir naudojamos programos vykdymo eigoje.



2.4 pav. Sistemos UML klasių diagrama, atspindinti projektavimo sistemos objektus, jų kintamuosius, objektų tarpusavio sąveiką

Vieno iš figūrų tipo duomenys identiškai ir tos figūros potipiams. Figūrų potipiai tarsi paveldi trafareto figūros duomenų struktūrą (2.5 pav.). Intelektualių figūrų tipai apsprendžia įvedamų duomenų klases.



2.5 pav. EKLPS figūrų potipiai

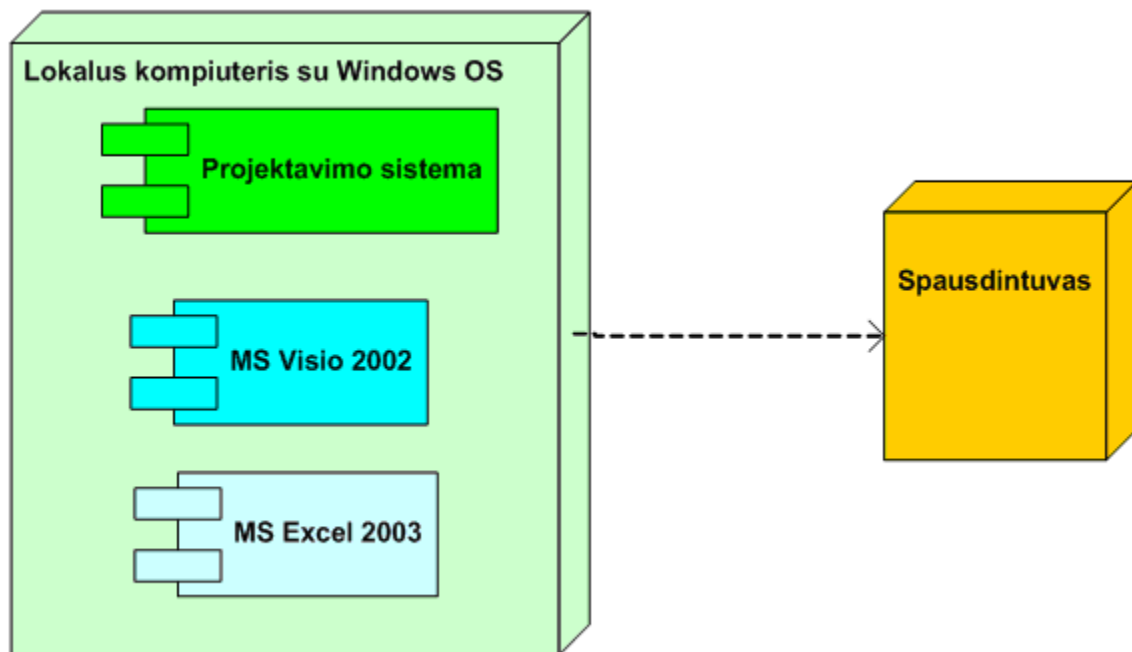
User-defined Cells			Value	Prompt		
User.tip	4	"linijos pozymis"				
User.terpe	IF(User.tipas=2;0;1)	"terpes pozymis. 0-jai zeme, 1-jei oras"				
User.tipas	LOOKUP(Prop.Ltipas;Prop.Ltipas.For	"linijos tipo pozymis: 0-OL neiz, 1-OL iz,2- KL,3- KL ore, 4-instaliacija"				
User.gysla	LOOKUP(Prop.Tgyslos;Prop.Tgyslos.	"gyslos temperatūra"				
User.aplinka	LOOKUP(Prop.Taplinkos;Prop.Taplink	"aplinkos temperatūra"				
User.medz	LOOKUP(Prop.Lmedz;Prop.Lmedz.Fo	"medžiaga- aliuminis ar varis. 0-aliuminiu, 1-tas variu"				
User.Ro	IF(User.medz=0;33;53)	"specifine varza, aliuminiu-33, variu- 53"				
User.xl	((IF(User.tipas=0;0;4;IF(User.tipas=	"induktyvine varza- OL neiz: 0.4, OL iz: 0.35, KL :0.08, instaliacija: 0.08. Be to ivertinamas linijos				
User.Pranesimas	IF(Prop.Lilgis<=0;RUNADDON("Klaid	"Pranesimas apie klaida"				
User.Rl	IF(Prop.SApsk=0;1;Prop.Lilgis/(User	"aktyvioji varza"				
User.xls	0	"skaiciuotina- reaktyvioji"				
User.Rls	0	"skaiciuotina - aktyvioji"				
User.Ia	(Prop.i*User.Kpat)/Prop.Kpat	"atstojamoji srove, A, laidininko skerspjūviui parinkti pagal termini išilimą iš lentelių"				
User.Kpat	0	"Pataisos koeficientas ivertinantis termines aplinkos ir laidininko savybes"				
User.Apr	IF(User.tipas=0;"OL";IF(User.tipas=	"Linijos sutrumpintas aprasas"				
Custom Properties			Label	Prompt	Type	Format
Prop.SApsk	"Skerspjūvis, apskaičiuotas, mm2"	"Laido ar kabelio gyslos skerspjūvis, mm2"	2	No Formula	II	
Prop.Lilgis	"Ilgis, m"	"Iveskite linijos ilgį, m"	2	No Formula	1	
Prop.ip	"paleidimo srove"	No Formula	2	No Formula	0	
Prop.Ltipas	"Linijos tipas"	"Pasirinkite linijos tipą iš galimų varijantų sąrašo"	2	No Formula	"1"	
Prop.Itroj	"trumpo jung srove"	No Formula	2	No Formula	0	
Prop.z	"paleidimo koeficientas"	No Formula	2	No Formula	0	
Prop.Kpat	"Pataisos koeficientas"	"Iveskite pataisos koeficientą ivertinantį linijos mont.	1	No Formula	"0,1;0,2;0,3;0,4;0,5;0,1	
Prop.Tgyslos	"Gyslos išilimo temperatūra, C"	"Pasirinkite gyslos išilimo temperatūrą, C"	1	No Formula	"80;70;65;60;55;50"	
Prop.Taplinkos	"Aplinkos temperatūra, C"	"Pasirinkite aplinkos temperatūrą, C. Jei linija sumon	1	No Formula	"-5;0;5;10;15;20;25;30;"	
Prop.Lmedz	"Laidininko medžiaga"	"Pasirinkite medžiagą iš kurios pagamintas laidininkas"	1	No Formula	"Aluminis;Varis"	
Prop.P	"tarpinis kintamasis skaiciavimams"	No Formula	2	No Formula	0	
Prop.Pl	"linijoj naudojamas instaliuotas galing	No Formula	2	No Formula	0	

2.6 pav. Figūros linija lentelė. Figūros lentelėje saugoma figūros duomenys ir formulės

2.3. Projektuojamos sistemos architektūra

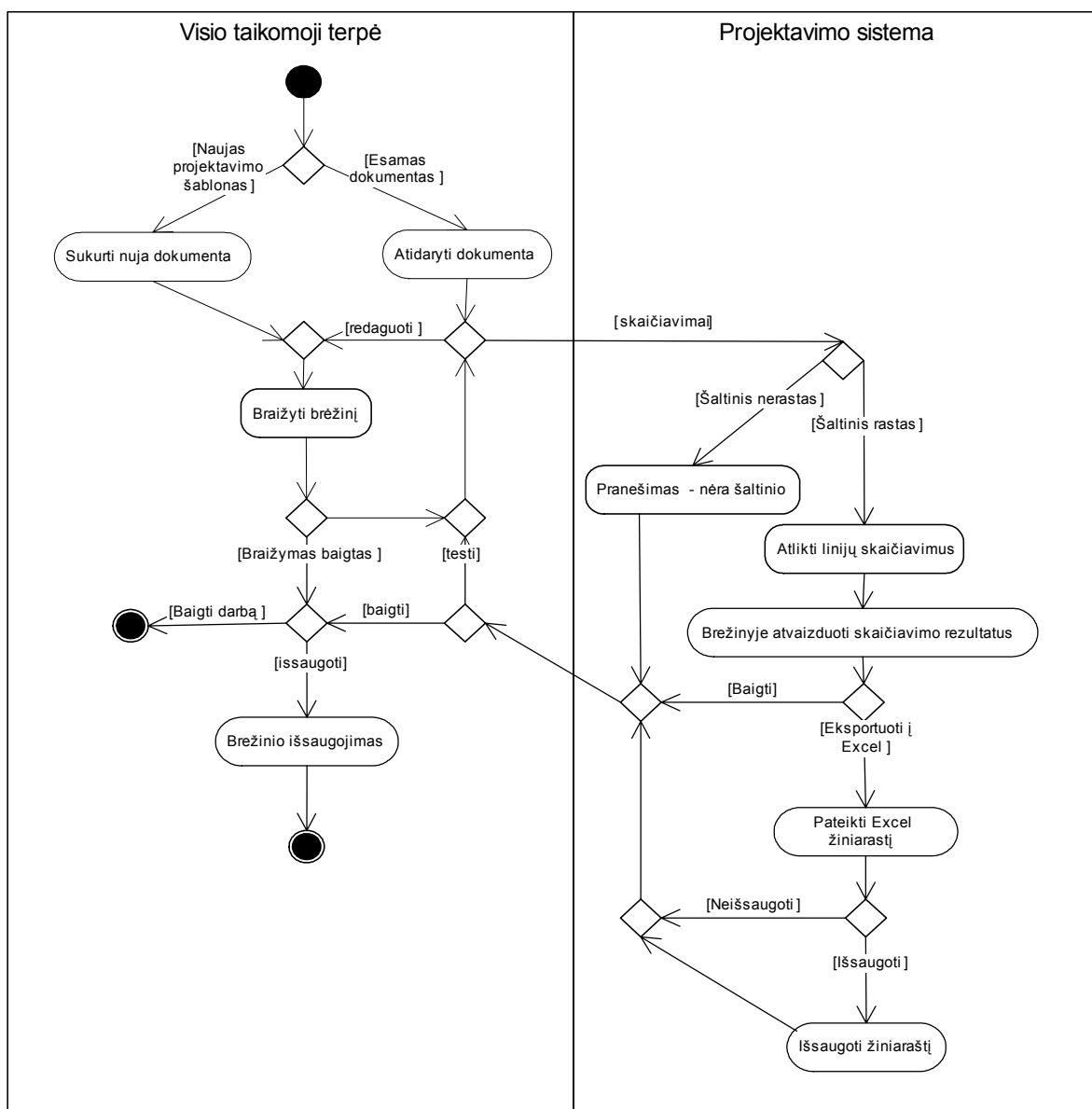
Sistemos architektūra nusako kompiuterinės sistemos realizacijos bendrąją architektūrą, parodo funkcijų ir komponentų sąsają.

EJLPS veiks lokaliame kompiuteryje ir naudos spausdintuvą dokumentų spausdinimui. Tai iliustruoja įrangų modelis (2.7 pav.).



2.7 pav. Projektavimo sistemos įrangų modelis

Veiklos modelis pagal UML notaciją demonstruoja projektavimo sistemos darbo algoritmą, jos aktyvias būsenas, sąlygas bei įvykius, nulemiančius tų būsenų pasikeitimą. Parodo Visio taikomosios terpės ir EJLPS atliekamų užduočių pasiskirstymą (2.8 pav.).



2.8 pav. Projektavimo sistemos UML būsenų diagrama, atspindinti projektavimo sistemos būsenas ir perėjimus tarp tų būsenų iššaukiančias priežastis

Projektavimo sistema realizuota panaudojant intelektualias figūras, kuriant komandas su Visio VBA. Komandos patalpinamos moduluose. Modulo ribose nustatomas kintamųjų matomumas. Įvykių apdorojimui sukurtas klasės modulis. Moduliai suskaidyti pagal atliekamas funkcijas. Kiekvienam moduliui atskirai nustatytos kintamųjų matomumo ribos. Stengiamasi kiek galima daugiau kintamųjų aprašyti privačiais matomumo parametrais. Moduluose talpinama paprogramių, funkcijų ir procedūrų rinkiniai. Bendros, daugkartinio naudojimo funkcijos ir paprogramės aprašomos su “public” matomumo parametrais. Naudojamos tik tais atvejais, kai sudėtinga privačiais kintamaisiais realizuoti pavestas užduotis, paprogramė ar kintamasis turi būti pasiekiamas iš skirtingų modulių ir iškviečiamas daug kartų. Bendra viešų kintamųjų dalis yra sąlyginai maža.

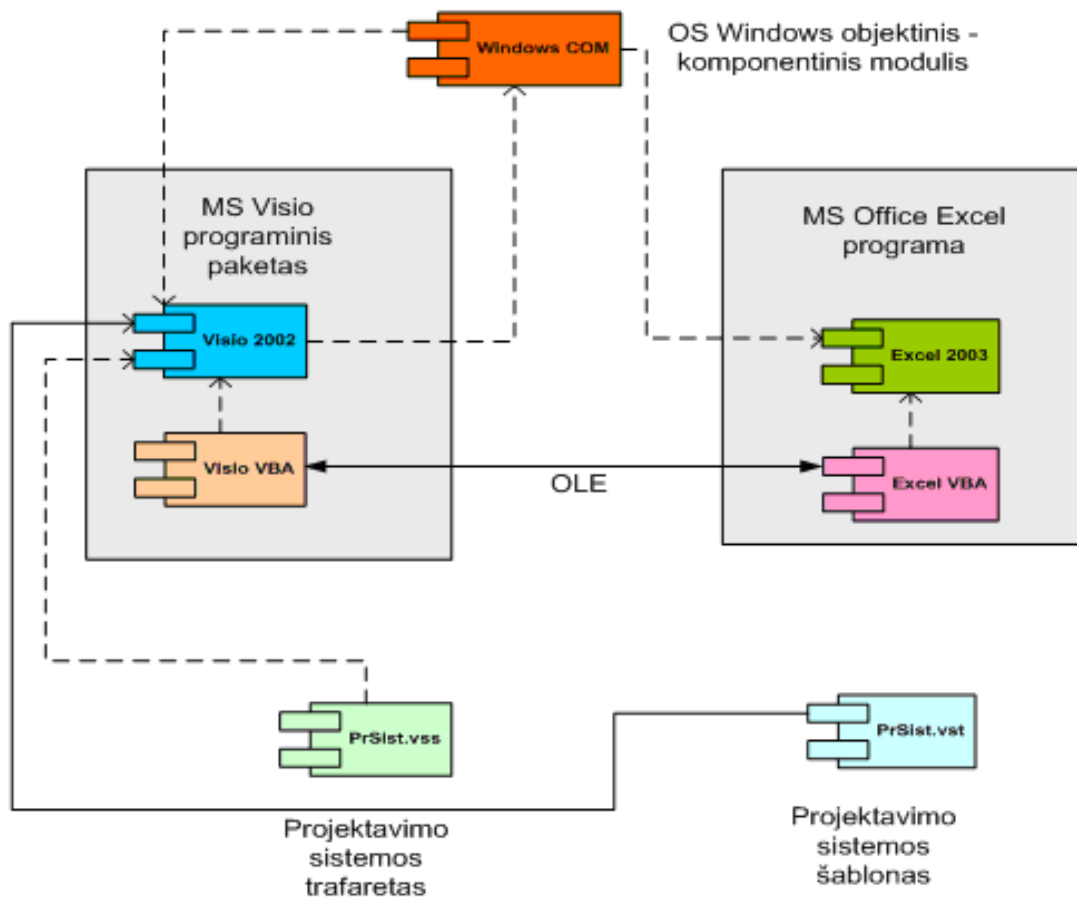
Didžiausios paprogramės kodo eilučių skaičius nesiekia 100 įrašų. Visas moduluose naudojamas kodas komentuojamas. Pats kodas rašomas struktūrizuotai. Nuo krašto kodas pastumiamas taip, kad būtų aiškūs ciklų, tikrinimo ir lyginimo operacijų, paprogramių vykdymo ir sąlygų galiojimo ribos. Visi moduliai specifikuoti, tai yra apibūdinti, apibrėžti, patikrinti, ar atlieka jiems pavestas vykdyti užduotis.

Programos vykdymas prasideda atidarant dokumentą, kuomet sukuriama projektavimo sistemos meniu pagal modulio “menu” komandas ir inicijuojamas klasės objektas “Ivykis”. Meniu punktai gali iškviesti visas sistemos funkcionalumą apibūdinančias komandas, kurios savo ruožtu vykdo paprogrames. Tokiomis komandomis gali būti: „*Atlikti skaičiavimus*“, „*Apskaičiuoti kondensatorių*“, „*Sukurti Excel žiniaraštį*“. Pavyzdžiui, vykdant skaičiavimus kreipiamasi į VBA paprogramę “Skaiciuoti”, ir vykdomos paieškos algoritmus atliekančios paprogramės ir funkcijos (2.10 pav.). Skaičiavimo eigai reikalingos konstantos imamos iš VBA modulio “Konstantos”.

Klasės objektas aprašo procedūras, kurios iškviečiamos, kai brėžinyje tarpusavyje sujungiamos projektavimo sistemos figūros. Jos tikrina sujungimų korektiškumą ir tuo pačiu nurodo vartotojui braižymo klaidas. Tai leidžia išvengti vienlinijinės schemos braižymo klaidų, įgalina naudoti korektišką duomenų struktūrą programos skaičiavimų eigoje, gauti teisingus skaičiavimų rezultatus.

Iš meniu „*Sukurti Excel žiniaraštį*“ iškviesta paprogramė „EksportuotiExcel“ iškviečia Excel programą ir suformuoja apsaugų ir linijų žiniaraščius.

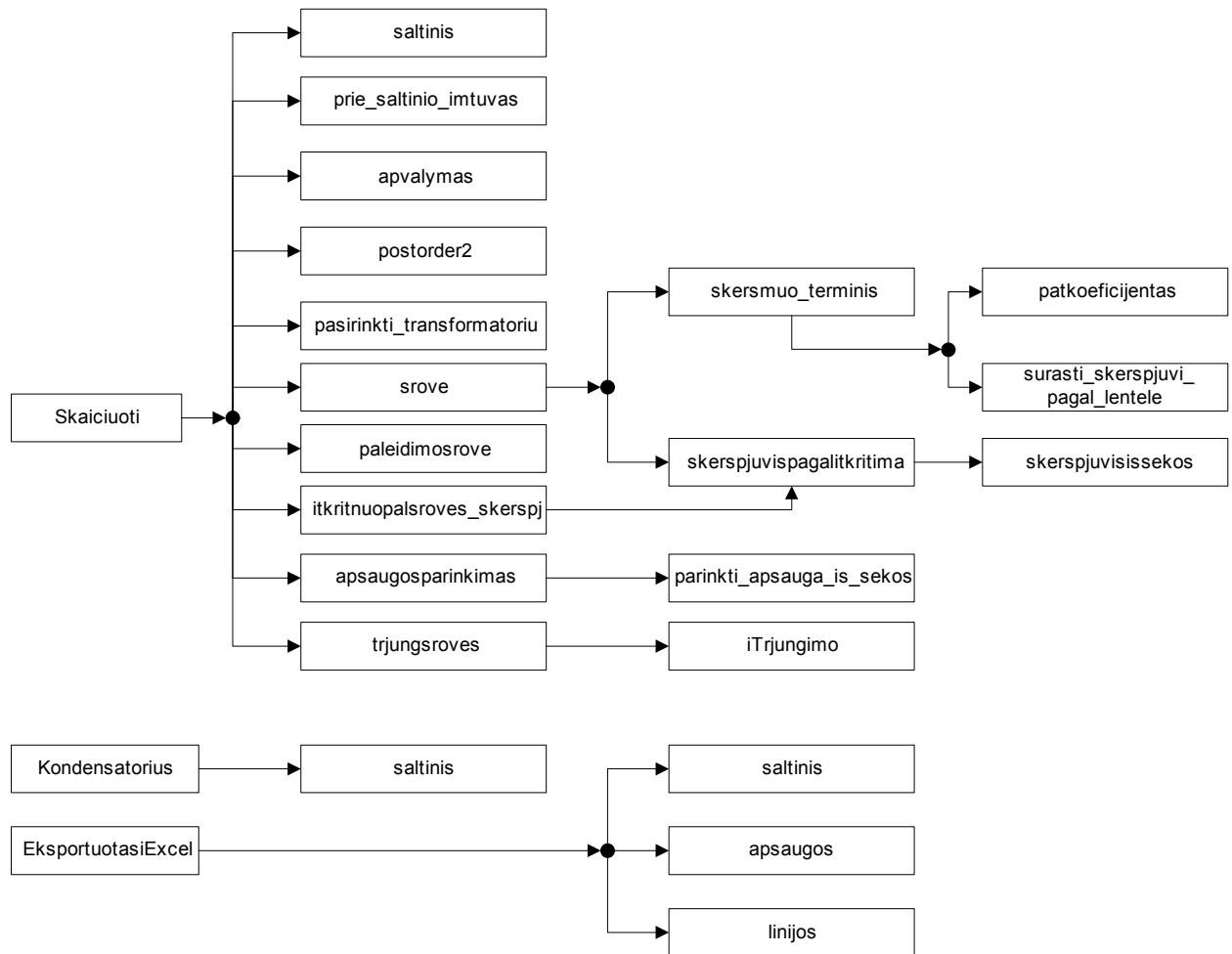
Projektavimo sistema veiks “MS Office” aplinkoje ir reikalaus paketo taikomųjų programų Visio 2002 ir Excel 2003 palaikymo, t. y. Visio iškviės Excel programą. Projektavimo sistemos komponentų sąsają demonstruoja UML komponentų diagrama (2.9 pav.). Komponentai bendrauja per protokolą OLE.



2.9 pav. Projektavimo sistemos komponentinis modelis pagal UML notaciją

EJLPS darbo algoritmas pseudokodo pavidalu pateiktas 6 priede, o paieškos algoritmų realizavimas su Visio pateiktas 5 priede.

Žemiau pateiktas EJLPS metodų modelis parodo paprogramių iškviatimo eiliškumą ir jų tarpusavio priklausomybę (2.10 pav.).



2.10 pav. Projektavimo sistemos metodų modelis pagal ProVision Workbench specifikaciją

2.10 paveiksle, pateiktame metodų modelyje, paprogramės „Skaiciuoti“, „Kondensatorius“, „EksportuotiExcel“ iškviečiamos iš EJPS meniu punktų. Paprogramės iškviečiamos nuo viršaus žemyn sekančiu eiliškumu. Linijos su rodyklėmis parodo, kad vienos paprogramės iškviečia kitas paprogrames.

2.4. Paprogramių ir objektų specifikacijos

2.5 lentelėje pateikiama visų EJLPS modulių paprogramių specifikacija. 2.6 lentelėje nurodytos figūrų funkcijos, realizuojančios EJLPS algoritmą.

2. 5 lentelė

Paprogramių ir funkcijų specifikacija

Modulio ar objekto vardas	Paprogramės ar funkcijos vardas	Funkcinis aprašymas
Visio Dokumentas	Document_DocumentChanged	Iškviečia klasės įvykį esant pakeitimams dokumente
-//-	Document_DocumentCreated	Iškviečia funkciją, sukuriančią papildomą meniu app_meniu ir klasės įvykį
-//-	Document_DocumentOpened	Iškviečia funkciją, sukuriančią papildomą meniu app_meniu ir klasės įvykį
-//-	Document_BeforeDocumentClose	Sunaikina objektą myclass1
-//-	Document_ShapeAdded	Iškviečia klasės įvykį pridedant naujas figūras į dokumentą
eksportuotiExcel	EksportuotiExcel	Iš eilės iškviečia paprogrames <i>saltinis</i> , <i>apsaugos</i> , <i>linijos</i>
-//-	saltinis	Suranda šaltinį, vykdo paieškos gilyn algoritmą
-//-	apsaugos	Vykdo paiešką gilyn, kurios metu sudaro Excel lentelės pavidalo apsaugų specifikaciją
-//-	linijos	Vykdo paiešką gilyn, kurios metu sudaro Excel lentelės pavidalo linijų specifikaciją
Kondensatorius	Kondensatorius	Apskaičiuoja kondensatorių
-//-	saltinis	Suranda šaltinį
Konstantos	patkoeficientas	Suranda pataisos koeficientą pagal lenteles, kai laidininko aplinkos arba gyslos temperatūra skiriasi nuo numatytos
-//-	pasirinkti_apsauga_is_sekos	Parenka apsaugos nominalą iš reikšmių sekos
-//-	surasti_skerspjuvi_pagal_lentele	Suranda skerspjuvį iš lentelės, kai žinoma srovė
-//-	pasirinkti_transformatoriu	Pagal žinomą galingumo reikšmę parenka transformatorius nominalą iš galimų nominalų sekos
-//-	skerspjuvis_is_sekos	Pagal žinomą skerspjuvio reikšmę parenka galimą nominalą iš reikšmių sekos

2. 5 lentelės tęsinys

1	2	3
-//-	skers_lentele_OL	Parenka skerspjūvį oro linijai, kai žinoma srovė
Menui	App_menui	Sukuria papildomą EJLPS menui Visio menui juostoje ir priskiria menui sąrašo elementams vykdančias paprogrames
Ivykis (Klasės modulis)	Class_Initialize	Inicijuoja klasę Ivykis
-//-	Class_terminate	Panaikina klasės Ivykis objektus
-//-	Appobj_ConnectionsAdded	Seka figūrų sujungimus ir vienus leidžia, kitus draudžia
Skaiciavimai	Skaiciuoti	Pagrindinė paprogramė, iš kurios vykdoma modulio skaičiavimai, skaičiavimų eiga
-//-	Klaida	Išduoda pranešimą apie klaidą, kai linijos ilgio kintamasis saugo nulinę arba neigiamą reikšmę
-//-	Postorder2	Vykdo paiešką gilyn ir apskaičiuoja šakų galingumų reikšmes
-//-	Apvalymas	Vykdo paiešką gilyn ir apnulina kai kurių kintamųjų reikšmes
-//-	srove	Vykdo paiešką gilyn ir suranda srovės linijų šakose
-//-	Skersmuo_terminis	Suranda linijų skerspjūvį pagal lenteles
-//-	saltinis	Suranda šaltinį
-//-	paleidimosrove	Vykdo paiešką gilyn ir suranda paleidimo srovės linijų šakose
-//-	Skerspjuvispagalitkritima	Suranda linijų skerspjūvius pagal maksimaliai leistiną įtampos kritimą nuo darbinės srovės.
-//-	Itkritnuopalsroves_skersp	Vykdo paiešką gilyn, kurios metu nustato linijų skerspjūvius pagal maksimaliai leistinus įtampos kritimus nuo paleidimo srovės
-//-	apsaugosparinkimas	Vykdo paiešką gilyn, kurios metu nustato reikalingus apsaugų nominalus
-//-	trjungsroves	Vykdo paiešką platyn, surasdama trumpo jungimo srovės linijų šakose
-//-	prie_saltinio_imtuvas	Nustato, ar prie šaltinio yra prijungtų imtuvų. Jei imtuvų nėra prijungta, skaičiavimai toliau nevykdomi, išduodamas pranešimas apie klaidą
-//-	iTrjungimo	Pagal formulę nustato trumpo jungimo srovės reikšmę

2. 6 lentelė

Figūrų funkcijų specifikacija

Figūros ar objekto vardas	funkcijos vardas	Funkcijos aprašymas
Saltinis	User.Rl	Apskaičiuoja šaltinio aktyviąją varžą
Saltinis	User.Xl	Apskaičiuoja šaltinio reaktyviąją varžą
Saltinis	User.coss	Apskaičiuoja šaltinio nuostolių koeficientą $\cos\phi$
Saltinis	User.SKtrjung	Apskaičiuoja vienfazio trumpo jungimo srovę maitinimo skyde
Saltinis	Prop.i	Apskaičiuoja šaltinio darbo srovę
Saltinis	Prop.S	Apskaičiuoja šaltinio pilnutinę galią
Saltinis	User.Type	Nurodo šaltinio tipą
Saltinis	User.Alt	Išduoda loginę reikšmę pagal šaltinio tipą
Saltinis	User.Ufaz	Nurodo fazinę įtampą
Saltinis	User.kondensatorius	Nurodo kompensuojančio kondensatoriaus talpą
Saltinis	User.Ulin	Nurodo šaltinio linijinę įtampą
Imtuvas	User.Var	Nustato variklio geometriją
Imtuvas	User.transf	Nurodo transformatoriaus geometriją
Imtuvas	User.Apsvk	Nurodo kaitrinio apšvietimo geometriją
Imtuvas	User.Apsvl	Nurodo liuminescencinio apšvietimo geometriją
Imtuvas	User.Kait	Nurodo kaitinimo elemento geometriją
Imtuvas	User.Rozete	Nurodo kištukinių lizdų grupės arba kištukinio lizdo geometriją
Imtuvas	Prop.Q	Apskaičiuoja imtuvo reaktyviąją galią
Imtuvas	Prop.P	Apskaičiuoja imtuvo instaliuotą galią
Imtuvas	Prop.Z	Pagal imtuvo tipą randa paleidimo koeficientą
Imtuvas	Prop.S	Apskaičiuoja imtuvo pilnutinę galią
Imtuvas	Prop.Type	Nurodo pasirinkto imtuvo tipą
Imtuvas	Prop.Psk	Randa imtuvo skaičiuojamąją galią
Apsauga	User.Type	Nustato apsaugos tipą
Apsauga	User.Autom	Nustato automatinio jungiklio geometriją
Apsauga	User.Sau	Nustato saugiklio geometriją
Apsauga	User.Rel	Nustato termo relės geometriją
Apsauga	User.text	Išduoda tekstą prie apsaugos simbolio
Apsauga	User.Atip	Nurodo apsaugos tipą
Apsauga	User.Kirtik	Nustato kirtiklio geometriją
Apsauga	User.PK	Randa papildomą koeficientą saugiklių nominalų parinkimui
Apsauga	User.Rch	Skaičiumi išreiškia apsaugos charakteristiką
Apsauga	Prop.S	Suranda pilnutinę galią

2.6 lentelės tęsinys

1	2	3
Apsauga	Prop.Z	Suranda paleidimo srovės padidėjimo lyginant su darbo srove koeficientą
Apsauga	Prop.Apchar	Simbolių seka išreiškia apsaugos charakteristiką
Linija	User.Ro	Nustato laidininko medžiagos specifinę varžą
Linija	User.terpe	Nurodo linijos terpę
Linija	User.tipas	Nurodo linijos tipą
Linija	User.gysla	Nurodo gyslos išilimo temperatūrą
Linija	User.aplinka	Nurodo linijos aplinkos temperatūrą
Linija	User.medz	Nurodo linijos gyslos medžiagą
Linija	User.Pranesimas	Iškviečia paprogramę „Klaida“, kai įvesta ilgio reikšmė didesnė kaip 3000m arba įvestas neigiamas skaičius
Linija	User.Xl	Suranda linijos reaktyviąją varžą
Linija	User.Rl	Suranda linijos aktyviąją varžą
Linija	User.Ia	Suranda atstojamąją srovės vertę skerspjūvio parinkimui iš lentelių
Linija	User.Apr	Simbolių seka išduoda trumpą linijos aprašą
Linija	Prop.SApsk	Apskaičiuoja kelių rastų skerspjūvio reikšmių maksimumą
Linija	Prop.S	Apskaičiuoja linijos pilnutinę galią
Šina	Prop.S	Apskaičiuoja pro šiną pratekančią pilnutinę galią
Sina	User.Uzrasas	Išreiškia skaičiavimo rezultatus užrašo forma šinos teksto lauke
Sina	User.Type	Nurodo šinos tipą
Sina	User.S12	Nustato šinos geometriją, kai ji yra 12-os prijungimų
Sina	User.S10	Nustato šinos geometriją, kai ji yra 10-ties prijungimų
Sina	User.S8	Nustato šinos geometriją, kai ji yra 8-nių prijungimų
Sina	User.S6	Nustato šinos geometriją, kai ji yra 6-šių prijungimų
Sina	User.S4	Nustato šinos geometriją, kai ji yra 4-rių prijungimų
Sina	User.V4	Pagalbinė funkcija šinos geometrijai nustatyti, kai ji 4-rių prijungimų
Sina	User.V6	Pagalbinė funkcija šinos geometrijai nustatyti, kai ji 6-šių prijungimų
Sina	User.V8	Pagalbinė funkcija šinos geometrijai nustatyti, kai ji 8-nių prijungimų
Sina	User.V10	Pagalbinė funkcija šinos geometrijai nustatyti, kai ji 10-ties prijungimų
Sina	User.V12	Pagalbinė funkcija šinos geometrijai nustatyti, kai ji 12-os prijungimų

2.5. EJLPS TESTAVIMO MEDŽIAGA

2.5.1. Sistemos testavimo metodika

Atskirų modulių paprogramės ir funkcijos testuojamos struktūrinio testavimo, dar vadinamu “baltos dėžės”, metodu. Testiniai atvejai gaunami iš programos struktūros ir sudaromas programos kelių testavimą atliekančių testinių atvejų rinkinys. Tokio kelių testavimo tikslas yra įsitikinti, ar testinių atvejų rinkinys yra toks, kad kiekvienas kelias per programą yra įvykdytas bent kartą.

Testiniai duomenys parenkami taip, kad būtų patikrinami paprogramės arba funkcijos visi vykdymo operatoriai, visos vykdymo šakos ir visi vykdymo galimi keliai.

Tokia paprogramių ir funkcijų testavimo metodika pasirinkta todėl, kad ji gerai tinka funkcijų ir paprogramių testavimui. Visio VBA moduluose naudojamos funkcijos ir paprogramių realizacija atliekama pagal funkcinio programavimo principus. Visų modulio paprogramių ir funkcijų ištestavimas tolygus modulio ištestavimui (2.7 lentelė).

Semantines EJLPS klaidas parodo pati Visio VBA terpė. Pasirinkus VBA komandas *Debug – compile*, vykdome EJLPS kompiliaciją. Jei sistemoje yra klaidų, tai jos parodomos.

Testavimo metu rastos klaidos ištaisytos.

2. 7 lentelė

EJLPS funkcijų ir paprogramių testavimo duomenys

Testo metu užduotas klausimas	Testo metu gautas atsakymas
Ar teisingai apskaičiuojami galingumai (šaltinio, instaliuotas, skaičiuojamasis)?	Taip
Ar teisingai apskaičiuojama darbo srovė grafo šakose?	Taip
Ar teisingai apskaičiuojamos imtuvų paleidimo srovės?	Taip
Ar teisingai parenkami linijų terminiai pataisos koeficientai?	Taip
Ar teisingai parenkamas skerspjūvis iš konstantų masyvo?	Taip
Ar teisingai parenkamas skerspjūvis oro linijoms	Taip
Ar teisingai apskaičiuojamas skerspjūvis pagal įtampos kritimą?	Taip
Ar teisingai parenkamos skerspjūvio reikšmės iš reikšmių sekos?	Taip
Ar teisingai parenkama maksimali rasta skerspjūvio reikšmė?	Taip
Ar teisingai parinktos apsaugos?	Taip
Ar teisingai nustatytos apsaugų charakteristikos?	Taip
Ar teisingai apskaičiuojamos trumpo jungimo srovės?	Taip
Ar teisingai nustatyta kompensuojančio kondensatoriaus talpa?	Taip
Ar teisingai sudaryta Excel specifikacija?	Taip
Parenkamos tokios imtuvo galingumo ir linijos ilgio reikšmės, kad būtų viršytas galimas maksimalus vieno iš schemas elementų nominalas	Pranešimas apie klaidą

Prieš tai nagrinėjome funkcijų ir paprogramių testavimą. Priėjome išvados, kad visų modulio paprogramių ir funkcijų ištestavimas tolygus viso modulio ištestavimui, nes modulyje paprogramės ir funkcijos susijusios tik bendrais kintamaisiais. Tačiau tai gali būti klaidų šaltiniu! Todėl reiktų tai atskirai įvertinti.

Ištestavus modulius, modulių sąveika pasireiškianti bendrų kintamųjų ir paprogramių naudojimu, gali būti testuojama kaip tų atskirų modulių įtaka tiems bendriems kintamiesiems ir paprogramėms, sudarant testinius atvejus pagal stambinančio testavimo principus. Tai daroma todėl, kad smulkinanti testavimą funkcijų ir paprogramių rinkiniams sudėtinga realizuoti. Stambinančio testavimo metu testuojamos paprogramės ir funkcijos integruojamos į lygius (modulius), kol sukuriama visiškai sukomplektuota sistema.

Modulių testavimo duomenys pateikti 2.8 lentelėje.

2. 8 lentelė

Testavimo atvejai projektavimo sistemos moduliams

Testavimo atvejo ID	Sąlyga	Vartotojas	Dokumentas	Figūra	Skaičiavimai	Rezultatas
Naujas dokumentas	Sukurti naują dokumentą	Taip	Taip	Taip	-	Sukurtas naujas dokumentas
Linijos elementų apskaičiavimas	Šaltinis rastas	Taip	Taip	Taip	Taip	Atlikti skaičiavimai
Suformuoti Excel formato žiniaraštį	Pasirinkta komanda "eksportuoti į Excel"	Taip	Taip	Taip	Taip	Suformuotas Excel žiniaraštis

Duomenų apie testavimo procesą įvedimas atliekamas rankiniu būdu. Testavimo proceso pilnas automatizavimas kokiomis nors programinėmis priemonėmis nenaudojamas siekiant sumažinti programos kūrimo kaštus.

2.5.2. Vartotojo sąsajos testavimas

Testuojant vartotojo sąsają atsižvelgiama į galimas sąsajos klaidas: klaidingai naudojama sąsaja, sąsajos neteisingas interpretavimas. Testavimo metu patikrinama, ar teisingai vykdomas figūrų sujungimo ("suklijavimo") tikrinimas, ar programa teisingai veikia, kai per didelis figūrų skaičius vienlinijinėje schemeje, ar teisingai veikia, kai nėra "šaltinio", kai į figūros savybių formą įvedamos neleistinos reikšmės. Taip pat patikrinama, ar galimi neleistini figūrų sujungimai (juos pasukant, perdengiant ir pan.).

Testavimo metu testai projektuojami taip, kad parametrai ir iškvietos procedūros turėtų ribines reikšmes, būtų testuojamos nuorodos su nuline reikšme arba kai ta reikšmė neigiama. Priversti figūrą "suklysti". Panaudoti "stresinio" testavimo principus.

Vartotojo sąsajos testavimo duomenys pateikti 2.9 lentelėje.

Kuriant vartotojo sąsają buvo svarbu įvertinti vartotojų atsiliepimus. Jie buvo dokumentuojami ir nagrinėjami, nustatyti trūkumai pašalinti.

Pagal gautus vartotojų atsiliepimus projektavimo sistemos vartotojo sąsaja yra patogi ir intuityvi.

2. 9 lentelė

Vartotojo sąsajos testavimo duomenys

Klaidą iššaukiantis veiksmas	Pranešimas apie klaidą
Prie šaltinio prijungta linija	Linija negali būti tiesiogiai sujungta su šaltiniu!
Prie šaltinio prijungta šina	Šina negali būti tiesiogiai sujungta su šaltiniu!
Prie šaltinio prijungtas šaltinis	Šaltinis negali būti sujungtas su kitomis figūromis!
Prie šaltinio prijungtas imtuvas	Imtuvas negali būti sujungtas su šaltiniu!
Prie apsaugos prijungtas šaltinis	Šaltinis negali būti sujungtas su kitomis figūromis!
Prie apsaugos prijungtas apsauga	Apsauga negali būti tiesiogiai sujungta su kita apsauga!
Prie šinos prijungta šina	Šina negali būti tiesiogiai sujungta su kita šina!
Prie šinos prijungtas šaltinis	Šaltinis negali būti sujungtas su kitomis figūromis!
Prie imtuvo prijungtas imtuvas	Imtuvas negali būti prijungtas prie imtuvo!
Prie imtuvo prijungtas šaltinis	Šaltinis negali būti sujungtas su kitomis figūromis!
Prie imtuvo prijungta apsauga	Apsauga negali būti prijungta prie imtuvo!
Prie imtuvo prijungta linija	Linija negali būti prijungta prie imtuvo!
Prie imtuvo prijungta šina	Šina negali būti prijungta prie imtuvo!
Prie šinos prijungtas šaltinis	Šaltinis negali būti sujungtas su kitomis figūromis!
Prie šinos prijungtas imtuvas	Imtuvas negali būti tiesiogiai sujungtas su šina!
Prie šinos prijungta šina	Šina negali būti tiesiogiai sujungta su kita šina!
Prie linijos prijungta šaltinis	Šaltinis negali būti sujungtas su kitomis figūromis!
Prie linijos prijungta linija	Linija negali būti tiesiogiai sujungta su kita linija!
Atlikti skaičiavimus , kai nėra brėžinio	Pranešimas apie klaidą, kad nėra rastas šaltinis.
Atlikti skaičiavimus , kai nėra šaltinio	Pranešimas apie klaidą, kad nėra rastas šaltinis.
Kai grandinėje nuo šaltinio nėra nė vieno imtuvo	Prie šaltinio nėra prijungtų imtuvų. Skaičiavimai neatliekami!
Atlikti kompensuojančio kondensatoriaus skaičiavimą, kai dar neatlikti skaičiavimai	Pranešimas apie klaidą: „Pirmiausiai atlikite skaičiavimus!“
Atlikti Excel specifikacijos sudarymą , kai dar neatlikti skaičiavimai	Pranešimas apie klaidą: „Pirmiausiai atlikite skaičiavimus!“
Į linijos savybių formos linijos ilgio teksto laukelį įvesti ne skaičių, o bet koki simbolį	Pranešimas apie klaidą : „Entry must be a number!“
Į linijos savybių formos linijos ilgio teksto laukelį įvesti nulį	Klaidingai įvesta linijos ilgio reikšmė: ji arba nulinė arba neigiama!
Į linijos savybių formos linijos ilgio teksto laukelį įvesti neigiamą skaičių	Klaidingai įvesta linijos ilgio reikšmė: ji arba nulinė arba neigiama!
Parinkti linijos ilgį didesnį kaip 3000m	Linija negali būti ilgesnė kaip 3000m!
Į linijos ilgio teksto laukelį įvesta reikšmė skaičius su kableliu	Pranešimas apie klaidą vykdant skaičiavimus: „Klaida atliekant skaičiavimus!“

2.6.EJLPS vystymas

Projekto vystymas susijęs su projekto kokybės rodikliais. Projekto kokybės rodikliai gali būti apibūdinti taip:

1. programos patikimumas ir pasikliaunamumas,
2. skaičiavimų vykdymo laikas,
3. vartotojo sąsajos paprastumas ir intuityvumas.

Ateityje gali būti, kad atsirandant naujoms Visio paketo versijoms, atsiras nesuderinamumas. Gali būti pakeista VBA versija. Todėl iškils būtinybė atlikti programos kodo pakeitimus dėl projektavimo sistemos veikimo atnaujintose Visio versijose.

Tuo pačiu į sistemą gali būti įtrauktos papildomos funkcijos, praplečiančios projektavimo sistemos funkcionalumą, pvz., vykdyti skaičiavimus vienos fazės elektros jėgos ir apšvietimo tinklui, papildyti figūrų biblioteką, kartu su specifikacijos sudarymu automatizuoti sąmatų sudarymą, apjungti grindų plano brėžinio braižymą su vienlinijinių schemų braižymu.

Gali būti tikslinamos skaičiavimų formulės, įvedama daugiau skaičiavimų tikslumą padidinančių faktorių arba gerinama programos struktūra. Atsirandant programinių priemonių didesniai lankstumui, gali būti ieškoma būdų programos darbo spartai didinti, gerinti programos darbo algoritmą, didinti patikimumą ir pasikliaunamumą.

Plačiai plintant Linux operacinei sistemai gali atsirasti poreikis pagal panašią specifikaciją realizuoti elektros jėgos tinklo projektavimo sistemą Linux operacinei sistemai. Tuo labiau tai tikėtina, kai jau sukurta nauja NET platforma, kuri gali būti pagal Microsoft planus perkelta ir į Linux bei kitas operacines sistemas.

3. VARTOTOJO DOKUMENTACIJA

3.1. Sistemos funkcinis aprašymas

Elektros jėgos tinklo kompiuterinė projektavimo sistema veikia MS Visio 2002, 2003 programinio paketo terpėje, kuris gali būti suinstaliuotas Windows 9X/2000/XP operacinėje sistemoje (Visio 2003 gali būti instaliuojamas tik Win2000/XP). Taip pat reikalauja instaliuoto MS Office Excel 2003.

Skirta naujo jėgos linijų elektros tinklo projektavimui arba seno tinklo sertifikavimui. Parenka tinklo elementus ir sudaro linijų bei apsaugų specifikaciją.

Padedą atlikti vienlinijines elektros jėgos trifazio tinklo schemas braižymą pasinaudojant intelektualią elektros simbolių figūrų biblioteką ir nubraižytoje schemeje kompleksiskai apskaičiuoja tos schemas elementus. Skaičiavimo metu nustato jėgos linijų laidininkų minimalų skerspjūvį, įvertindama įtampos kritimą, elektros linijų apsaugų (saugiklių) nominalus, trumpo jungimo sroves, elektros energijos imtuvų darbo ir variklių paleidimo sroves, apskaičiuoja reaktyviąją galią kompensuojančio kondensatoriaus talpą, nustato reikalavimus elektros energijos šaltiniui, suranda bendrąją instaliuotąją ir skaičiuojamąją galią. Skaičiavimų metu įvertinami imtuvų nuostolių, naudingumo ir panaudojimo koeficientai, o linijoms įvertinama gyslų išilimo ir aplinkos temperatūra bei linijų pataisos koeficientai. Atlikus skaičiavimus EJLPS automatizuotai sudaro Excel lentelių pavidalo linijų ir apsaugų elementų specifikaciją.

Skaičiavimai gali būti atliekami tik trifazėms 0,4 kV įtampos oro, kabelinėms linijoms bei pastatų vidaus instaliacijai. Skaičiavimų rezultatai neprieštarauja LR patvirtintoms elektros įrenginių įrengimo taisyklėms.

Skaičiavimų rezultatai vizualiai pateikiami prie kiekvieno iš apskaičiuoto brėžinio elemento ir gali būti peržiūrėti figūros savybių formoje arba figūros lentelėje bei Excel apsaugų ir linijų specifikacijų žiniaraščiuose.

Sudarytam brėžiniui galima taikyti visą Visio terpės teikiamą funkcionalumą: brėžinys su skaičiavimų rezultatais gali būti išsaugotas, redaguojamas, apipavidalinamas Viso įrankiais, atspausdintas, pateiktas kaip tinklapis. Skaičiavimai gali būti atliekami pakartotinai neribotą kiekį kartų, keičiant schemas elementų pradinius duomenis.

3.2. Sistemos vadovas

EJLPS operacijos daugeliu atveju susijusios su elektros jėgos tinklo vienlinijinės schemos braižymu ir tos schemos skaičiavimais. Skaičiavimų metu vienlinijinė schema traktuojama kaip medžio tipo kryptinis grafas ir grafe vykdomi sudėtingi paieškos algoritmai. Todėl pagrindinės klaidos gali atsirasti dėl grafo sudarymo ir skaičiavimų eigos jame. Galimi šeši galimų klaidų scenarijai:

1. Gaunami pranešimai apie nekorektišką figūrų jungimą. Pranešimai parodo, kokios figūros negali būti tarpusavyje sujungtos, ir apsaugo nuo neteisingo vienlinijinės schemos braižymo. Gavus tokius pranešimus reikia paprasčiausiai tokių figūrų nejungti.

2. Panešimas „Klaida jungiant figūras!“. Jis atsiranda tuomet, kai įvyksta nenumatytas figūrų jungimo atvejis. Toliu atveju reikia panaikinti prieš tai jungtą figūrą ir bandyti figūras sujungti iš naujo.

3. Panešimas „Šaltinis nerastas !“. Jis išduodamas tuomet, kai vykdant skaičiavimus EJLPS Visio dokumente neranda šaltinio figūros. EJLPS visuomet pirmiausiai ieško šaltinio ir jį radusi toliau vykdo algoritmą. Todėl, braižant vienlinijines schemas, braižymas pradedamas nuo šaltinio. Toliau kitos figūros jungiamos prie jo.

4. Pranešimas „Prie šaltinio nėra prijungtų imtuvų. Skaičiavimai toliau neatliekami !“. Jis išduodamas tuomet, kai programa, radusį šaltinį, patikrina, ar prie jo yra prijungtas nors vienas elektros energijos imtuvas, nes kitu atveju nėra prasmės atlikti skaičiavimus. Jeigu prie šaltinio schemeje yra prijungtas nors vienas imtuvas, tačiau išduodamas šis pranešimas, tai gali būti kad figūros tarpusavyje nėra gerai sujungtos. Kaip teisingai sujungti figūras, nurodyta vartotojo vadove (4 priedas).

5. Pranešimas „Perpildymas parenkant apsaugas !“ arba „Perpildymas parenkant linijų skerspjūvį !“ arba „Perpildymas parenkant transformatorių !“. Tokie pranešimai išduodami, kai skaičiavimų rezultatų reikšmės viršija maksimaliai leistinas. 0,4 kV įtampos linijos ir jų apsaugos turi baigtinius skerspjūvius bei nominalus ir, juos viršijus, reikia ieškoti kitų projekto sprendimų būdų. Tokiu atveju elektros tinklas projektuojamas kitais principais: keičiama transformatorinės vieta tikslu sumažinti linijų atstumus, labai didelės galios imtuvai užmaitinami 6/10 kV įtampos linijomis. Reikia patikrinti įvestas linijų ilgių reikšmes. Klaida gali atsirasti ir dėl viršyto apskaičiuoto transformatorinės nominalo. Taip pat reiktų pabandyti pakeisti linijų ar linijos laidininko medžiagą: jei buvo naudojamas aliuminis, tai jį pakeisti į varį. Gali būti, kad reikšmė perpildoma vienoje iš šakų. Tokioje šakoje atsiranda elementas su nominalu 999. Skaičius 999 rodo, kad, apskaičiuojant figūros vardinę reikšmę, įvyko perpildymas. Taip pat reikia atkreipti dėmesį į tai, kad linijos ilgio įvedama reikšmė negali būti simbolis, neigiamas skaičius arba skaičius lygus nuliui. Ji gali būti tik sveikas teigiamas skaičius ne didesnis už 3000.

6. Pranešimas „Programos darbo klaida !“. Šis išduodamas, kai programos vykdymo metu įvyksta nenumatyta programos darbo klaida. Klaidą gali iššaukti įvesta linijos ilgio reikšmė, jei ji nėra sveikas skaičius. Tokiu atveju rekomenduojama patikrinti linijų ilgių reikšmes, o, esant reikalui, uždaryti dokumentą su EJLPS brėžiniu ir jį atidaryti iš naujo.

7. Sužadinus meniu komandą „Atlikti skaičiavimus“ skaičiavimai neatliekami arba atliekami ne visose šakose, tai parodo nulinės reikšmės prie linijų ir apsaugų. Tokiu atveju reikia papildomai patikrinti figūrų tarpusavio sujungimus. Kai kurios figūros gali būti blogai prijungtos.

Taip pat galimos klaidos bandant atlikti meniu komandas „Apskaičiuoti kondensatorių“ ir „Sukurti Excel žiniaraštį“. Čia galimi klaidų scenarijai:

1. Pranešimas „Pirmiausiai atlikite skaičiavimus“, išduodamas, kai neįvykdytas pirmasis meniu punktas „Atlikti skaičiavimus“. Kai skaičiavimai jau atlikti, tuomet galime kurti Excel specifikacijas arba sužinoti kompensuojančio kondensatoriaus talpą.

2. Meniu punktas „Sukurti Excel žiniaraštį“ neaktyvus. Tai atvejis, kuomet Visio neranda Excel programos, kai ji neinstaliuota, arba dėl kitos Excel versijos, negu numatyta. EJLPS gali kurti specifikacijas tik su Excel 2003.

3. Iškvietus meniu punktą „Sukurti Excel žiniaraštį“, specifikacija nesukuriama. Tai atvejis, kai naudojama Excel 2003 programa, su kitos kalbos meniu. EJLPS turi dvi versijas, kurių viena dirba su Excel 2003, kai meniu lietuviškas, o kita, kai Excel meniu angliškas.

Vartotojo vadovas, nuosekliai apibūdinantis darbą su EJLPS, pateiktas 4 priede. Visi EJLPS išduodami pranešimai pateikti 3.2 lentelėje.

3.3. EJLPS instaliavimo vadovas

Projektavimo sistema platinama internete arba kompaktiniame diske (CD).

Prieš įdiegiant EJLPS, reikia įsitikinti, ar kompiuteryje instaliuotas MS Visio 2002 programinis paketas. EJLPS specifikacijų kūrimui taip pat reikalingas Excel 2003 paketas su lietuvišku arba anglišku meniu.

Programa instaliuojama instaliavimo vedlio pagalba. Prieš įdiegiant Visio ir EJLPS, reikia patikrinti, ar tenkinami reikalavimai kompiuteriui (3.1 lentelė) [3].

3.1 lentelė

Minimalūs reikalavimai kompiuterio resursams, kai instaliuojamas Visio 2002 paketas

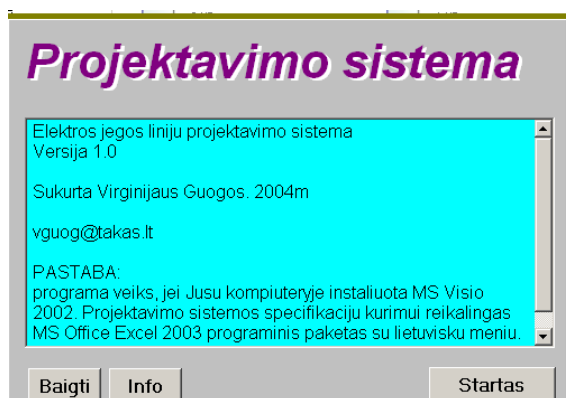
MS Visio versija	Visio 2002 Standart	Visio 2002 Professional
Operacinė sistema	Windows 9X,NT4+SP6, XP. IE ne senesnis kaip 4.01+SP1	Windows 9X,NT4+SP6, XP. IE ne senesnis kaip 4.01+SP1
Operatyvinė atmintis	32 Mb	64 Mb
Procesorius	Pentium 166 MHz	Pentium 200 MHz
Laisvos vietos kietajame diske	110 Mb	170 Mb
Monitorius	VGA (640x480). Rekomenduojamas Super VGA (800x600). Taip pat 256 spalvų palaikymas	VGA (640x480). Rekomenduojamas Super VGA (800x600). Taip pat 256 spalvų palaikymas
Papildomi reikalavimai	CDROM , pelė	CDROM, pelė

Instaliavimo vedliui panaudota laisvai platinama programa „HJ-install“ [19]. Instaliatoriui parašyta *install.script* rinkmena, kurioje *HJ-install* komandomis nurodyta instaliavimo eiga.

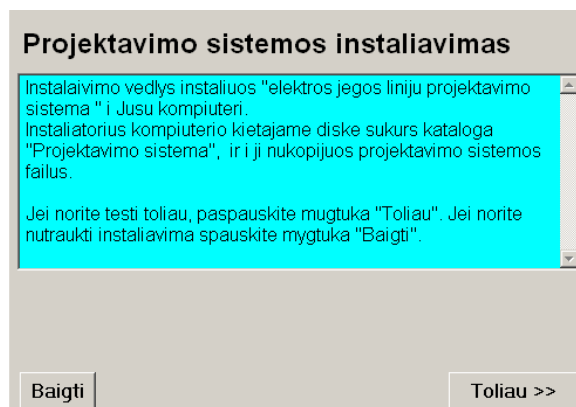
Instaliaciniame pakete yra šešios rinkmenos: *install.script*, *Install.exe*, *Licenzija.txt*, *Perskaityk.txt*, *prsis1.vss*, *prsis1.vst*.

EJLPS Instaliavimo procesas pradamas nuo pradinio informacinio lango, pateikto 3.1 paveiksle. Toliau sekama vedlio žingsniais iki pabaigos. Svarbu nurodyti teisingą kelią iki Visio šablonų „Solutions“ katalogo, į kurį bus kopijuojami projektavimo sistemos rinkmenos. Instaliavimo procesas pilnai automatizuotas.

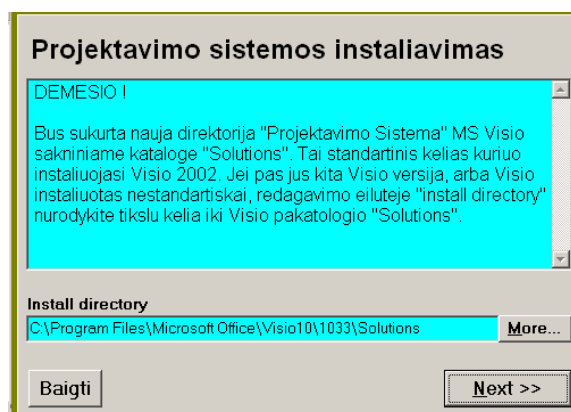
Instaliuojant EJLPS, gali būti pareikalauta administratoriaus teisių.



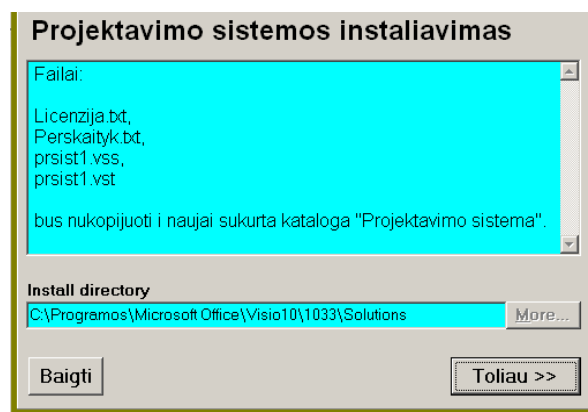
3.1 pav. Pradinis instaliavimo vedlio langas



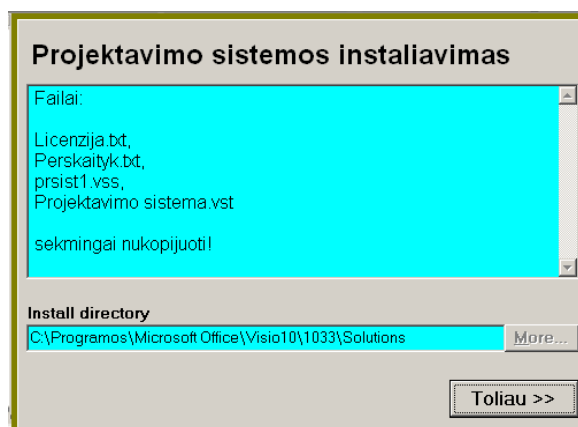
3.2 pav. Antrasis instaliavimo vedlio langas



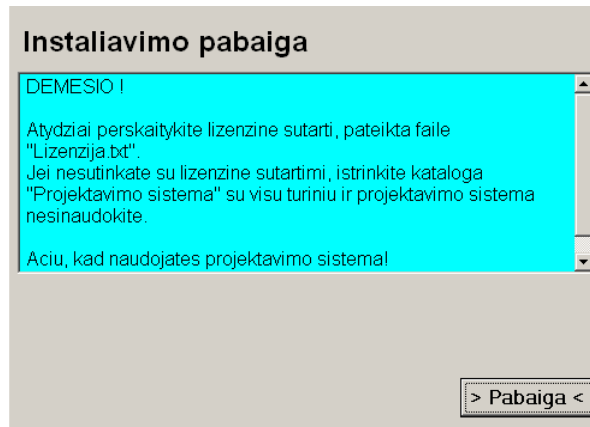
3.3 pav. Trečiasis instaliavimo vedlio langas



3.4 pav. Ketvirtasis instaliavimo vedlio langas



3.5 pav. Penktasis vedlio langas



3.6 pav. Instaliavimo pabaiga

Norint išinstaliuoti EJLPS reikia surasti Visio šakninį katalogą *Solutions* ir jame pašalinti katalogą *Projektavimo sistema* su visu jo turiniu.

Jei atliekamas programos versijos atnaujinimas, reikia prieš tai ištrinti senąją versiją, nes instaliavimo vedlys neįrašys naujų rinkmenų, jei ras senąsias.

3.4. EJLPS administratoriaus vadovas

Kompiuteryje turi būti instaliuota OS Windows, MS Visio 2002, MS Office Excel 2003. Sisteminiai rašmenys turi būti nustatyti į lietuviškus. Pvz., naudojant Windows XP, reikia nueiti į *start- control panel- regional and language setings* ir pasirinkti kortelę *advanced*. Laukelyje *Language for non-Unicode programs* pasirinkti *Lithuanian*.

EJLPS sudaro dvi pagrindinės rinkmenos *prsis1.vss* ir *Projektavimo sistema.vst*, t.y. EJLPS figūros ir EJLPS šablonas, kuriame saugomos EJLPS makrokomandos. Rinkmenos turi būti saugomos kataloge „Projektavimo sistema“, o pastarasis turi rasti Visio šakniniame kataloge „Solutions“.

Kadangi naudojamos Visio ir Excel makrokomandos, turi būti nustatytas šių programų žemas arba vidutinis makrokomandų saugos lygis.

Galimi EJLPS sistemos pranešimai ir jų prasmė nurodyta 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė

EJLPS pranešimai ir jų prasmė

Projektavimo sistemos pranešimas	Pranešimo aprašymas ir prasmė. Veiksmai pašalinantys klaidą
Programos darbo klaida!	Pranešimas atsiranda tada, kai įvyksta programos lūžis arba nenumatyta situacija. Esant tokiam pranešimui, reikia papildomai išanalizuoti klaidos priežastį. Ją gali sukelti ir labai didelis brėžinio figūrų skaičius
Klaida atliekant skaičiavimus!	Įvyko dalyba iš nulio! Reikia patikrinti ar nurodant linijų parametrus, linijų ilgio reikšmė nėra lygi nuliui
Persipildymas parenkant transformatoriu! Persipildymas parenkant apsauga! Persipildymas parenkant linijos skerspjūvi!	Situacija susidaro, kai pasirenkamos per didelės imtuvų pradinės galios reikšmės, arba naudojamos per ilgos linijos. Lemiamą reikšmę gali suvaidinti ir įvedami koeficientai. Tai reiškia, kad linijų arba apsaugų apskaičiuojami nominalai viršija maksimalius. Tokiu atveju reikia naudoti kitą jungimo schemą, mažinant linijų ilgius ir imtuvų galingumus. Galima pakeisti transformatorinės pastatymo vietą
Entry must be a number !	Įvedant duomenis į linijos savybių formą, buvo įvestas simbolis. Reikia įvesti skaičių. Nerekomenduojama projektuoti linijų, kurių ilgis daugiau kaip 3000m
Klaida jungiant figūras!	Pranešimas, kai įvyko nenumatytas figūrų jungimo atvejis
Saltinis negali būti tiesiogiai sujungtas su kitomis figuromis!	Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą
Panaikinama nekorektiškai jungiama figura!	Pranešimas apie tai, kad bus panaikinta nekorektiškai jungiama figūra
Apsauga negali būti prijungta prie imtuvo!	Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą
Linija negali būti prijungta prie imtuvo!	Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą

3.2 lentelės tęsinys

	2
Sina negali būti prijungta prie imtuvo	Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą
Imtuvas negali būti sujungtas su saltiniu!	Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą
Imtuvas negali būti prijungtas prie imtuvo!	Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą
Imtuvas negali būti tiesiogiai sujungtas su sina!	Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą
Apsauga negali būti tiesiogiai sujungtas su kita apsauga!	Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą
Linija negali būti tiesiogiai sujungtas su saltiniu!	Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą
Linija negali būti tiesiogiai sujungtas su kita linija!	Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą
Sina negali būti tiesiogiai sujungtas su saltiniu!	Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą
Sina negali būti tiesiogiai sujungtas su kita sina!	Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą
Skaiciavimai sėkmingai atlikti !	Pranešimas apie sėkmingai atliktus ir užbaigtus skaičiavimus
Prie šaltinio nėra prijungtu imtuvu. Skaiciavimai neatliekami!	Nurodo, kad prie EJLPS šaltinio nėra prijungtų imtuvų. Norint atlikti skaičiavimus, reikia prijungti imtuvus. Pranešimas gali būti išduodamas, kai sujungimas tarp figūrų iš tikro neįvykęs
Saltinis nerastas!	EJLPS brėžinyje nėra šaltinio. Šaltinis reikalingas, nes be jo neatliekami skaičiavimai
Eksportas į EXCEL sėkmingai atliktas!	Pranešimas apie sėkmingai suformuotas Excel linijų ir apsaugų specifikacijas
Pirmiausiai atlikite skaičiavimus!	Norint suformuoti Excel specifikacijas arba apskaičiuoti kompensuojantį kondensatorių, turi būti jau atlikti skaičiavimai. Gavus tokį pranešimą reikia pirmiausiai atlikti skaičiavimus
Klaidingai įvesta linijos ilgio reikšmė: ji arba nuline arba neigiama!	Į linijos savybių formą įvesta nereali linijos ilgio reikšmė, tai yra ji lygi nuliui arba ji yra neigiama. Reikia ištaisyti reikšmę
Linija negali būti ilgesne kaip 3000m!	Išduoda klaidą tuo atveju, kai įvestas didesnis kaip 3000 m linijos ilgis
Klaida parenkant temperatūrinį koeficientą!	Gali būti, kad įvedant duomenis į linijos savybių formą užduota linijos gyslos temperatūra lygi arba artima aplinkos temperatūrai. Tokie atvejai yra išimtiniai, ir apie juos informuoja EJLPS. Reikia pakeisti linijos gyslos ir aplinkos temperatūras
Bendras kompensuojantis kondensatorius turi būti...	Pranešimas parodo kompensuojančio kondensatoriaus talpą

4. EJLPS KOKYBĖS ĮVERTINIMAS

Įvertinant EJLPS kokybę buvo sudaryta lentelė, kurioje pateikiami vertinimo kriterijai ir vertinimo rezultatai (4.1 lentelė). Vertinimo rezultatai gauti atliekant apklausas ir testus.

4.1 lentelė

EJLPS programinio produkto kokybės įvertinimo rezultatai

Vertinimo kriterijus	Vertinimo rezultatas
Sistemos įdiegimas	Patogus, greitas, suprantamas, automatizuotas
Įdiegimo paketo dydis	Apie 310 kilobaitų
Vartotojo sąsaja	Paprasta, intuityvi
Apmokymo laikas	Mažiau kaip 3 valandos
Pasikliaunamumas	Skaičiavimų netikslumų nerasta
Eksplotavimas	Eksplotavimas paprastas, nereikalauja didelių lėšų
Reiklumas kompiuterio resursams	Kompiuterio resursai parenkami pagal Visio 2002 reikalavimus
Pagalbos sistema	Pagalba patogi, priklausoma nuo konteksto
Sistemos stabilumas	Testavimo metu ir įdiegus ją pas vartotojus sistema veikė stabiliai, nesukėlė „lūžių“
Sistemos atstatomumas	Dirbtinai sukūrus klaidą iššaukiančią situaciją sistemos darbas buvo nepriekaištingas, ją naujai startavus
Funkcionalumas	Pakankamas elektros tinklo jėgos linijų vienlinijinių schemų braižymui ir jų skaičiavimui
Programos darbo sparta	Labai dideliems brėžiniams (kai schema ant keturių A4 formato lapų) skaičiavimų laikas neviršija 30 sekundžių
EJLPS specifikacijos įgyvendinimo laipsnis	Pilnai įgyvendinta specifikacija
Sistemos saugumas	Pakankamas, kad nesukeltų pavojaus žmonėms tiek tiesiogiai, tiek netiesiogiai
Sistemos perkeliamumas	Išbandytas sistemos darbas su naujesniu Visio 2003 paketu. Sistemos darbas buvo nepriekaištingas
Įdiegimo galimybės kitose operacinėse sistemose	Gali būti įdiegta tik Windows tipo operacinėje sistemoje
Praktinis įdiegimas	Įdiegta A. Švedo IĮ
Bendras sistemos įvertinimas	Labai geras

EJLPS įdiegta A. Švedo IĮ. Įmonės savininko, elektrotechninės dalies projektų vadovo Artūro Švedo atsiliepimai apie EJLPS programinį produktą pateikti 7 priede.

IŠVADOS

1. Microsoft Visio programinė terpė įgalino gana efektyviai ir su mažiausiomis sąnaudomis sukurti projektavimo sistemos programinę įrangą. Microsoft Visio yra patogi spręsti medžio tipo grafo uždavinius.
2. Lyginant su šiuo metu naudojama rankinio projektavimo metodika, pasiūlyta sistema pagerino projektavimo kokybę, taupo lėšas, medžiagas.
3. Pasinaudojant projektavimo sistema, galima atlikti naujų elektros jėgos tinklų projektavimą bei jau esamų sertifikavimą.
4. Sukurtas produktas su nesudėtinga vartotojo sąsaja įgalina juo naudotis plačiam vartotojų ratui.
5. Ateityje numatoma išplėsti sukurtos sistemos naudojamų elementų bazę, išplėsti kai kurias funkcijas.

LITERATŪRA IR INTERNETEKA

1. Edward Musial. *Elektros energijos įrengimai ir instaliacija: vadovėlis aukštesniosioms ir profesinėms mokykloms.*-Kaunas, Šviesa, 2001.-556p.
2. *Elektros įrenginių įrengimo taisyklės: norminės teisės aktas*, red. M. Rutkauskas, Vilnius, Puntukas, 2000.-488p.
3. Леонтев Б. *Microsoft Visio 2002 Profesional: Построение проектов, диаграм и бизнес – схем в операционной системе Microsoft Windows XP.* – Москва, СОЛОН –Р, 2002. – 512p.
4. Ostreika A. *Programavimo Visual Basic pagrindai: Mokomoji knyga.*- Kaunas, Technologija, 2003.-226p.
5. *Atmintinė meistriui, elektromonteriui: metodiniai nurodymai, ruošė S. Tamošaitis.*- Alytus, Alytaus Elektros tinklai, 1994.- 46p.
6. Стивенс Р. *Visual Basic Готовые Алгоритмы.* – Москва., ДМК, 2000 . – 377p.
7. Masiokas S. *Elektrotechnika: vadovėlis aukštųjų mokyklų studentams.*-Kaunas, Candela, 1994.- 432p.
8. Никитин Г., Михайлов Д., Громцев В. и др. *Электрооборудование предприятий общественного питания: учебное пособие.*- Москва, Экономика, 1974.-311p.
9. Бечева М., Златенов И., Новиков П., Шапкин Е. *Электротехника и электроника: учебное пособие для ПТУ.* - Москва, Высшая школа, 1991.- 224 p.
10. Dulinskienė T., Sturienė R. *Microsoft Visio Laboratoriniai darbai: mokomoji knyga.*- Kaunas, Technologija, 2004.- 60p.

Prieigos internete:

11. <http://www.imsisoft.com> (Kompanijos IMSI interneto svetainė)
12. <http://www.crocodile-clips.com> (Crocodile Clips programiniai produktai)
13. <http://www.autodesk.com> (Kompanijos Autodesk svetainė)
14. <http://www.microsoft.com/office/visio> (Microsoft Visio svetainė)
15. <http://www.databecker.de> (Programos Data Becker svetainė)
16. <http://www.smartdraw.com> (Programos Smartdraw svetainė)
17. <http://www.proforma.com>
18. <http://www.webplanet.com>
19. <http://www.freebyte.com>
20. <http://www.orcad.com>
21. <http://www.acceltech.com>
22. <http://www.gnome.org/projects/dia>
23. <http://www.openoffice.org>

TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

Figūros – tai pagrindiniai brėžinio elementai, iš anksto nupiešti ir įkelti į atitinkamą trafaretą [10].

Trafaretas – sudarytas iš pagrindinių figūrų, naudojamų pasirinkto tipo brėžinio sudarymui [10]. Tai Visio teminių figūrų biblioteka (angl. master shapes). Trafaretas saugomas faile *.vss.

Šablonas – dokumento ruošinys (angl. *template*) saugomas faile *.vst [10].

VBA – į Visio programinį paketą integruota programavimo kalba „Visual Basic for Applications” savo sintakse labai panaši į Visual basic programavimo kalbą [4].

COM – (angl. *Component Object Model*) programinių modulių sąsajos, palaikomos Microsoft pavadinimas [4].

UML – (angl. *Unified Modelling Language*) unifikuota vaizdinio modeliavimo kalba. Standartas “de fakto”.

MS – kompanija *Microsoft*.

Windows OS – operacinė sistema *Windows*.

Windows 9X/ME/XP – *Windows* operacinių sistemų šeima.

MS Office – raštinės programų paketas pavadinimu “Office”, kuri sukūrė bendrovė *Microsoft* iš JAV.

LR – Lietuvos Respublika.

CASE – automatizuoto projektavimo, kūrimo priemonės.

OLE – objektų susiejimas ir įterpimas (angl. *Object Linking and Embedding*). Protokolas skirtas objektams iš kitų *Windows* programų įkelti į ruošiamą programą [4].

COTS sistemas – standartiškos jau išleistos sistemos (angl. *Commercial Off – The- Shelf*).

ActiveX- valdymo elementų technologijos pavadinimas. *ActiveX* elementai saugomi failuose su plėtiniais *.ocx [4].

EJLPS – elektros jėgos linijų projektavimo sistema, naujai kuriamas ir šiame darbe aptariamas programinis produktas.

Vartotojo arba figūros savybių forma – Visio forma arba langas (angl. *custom properties*) [10].

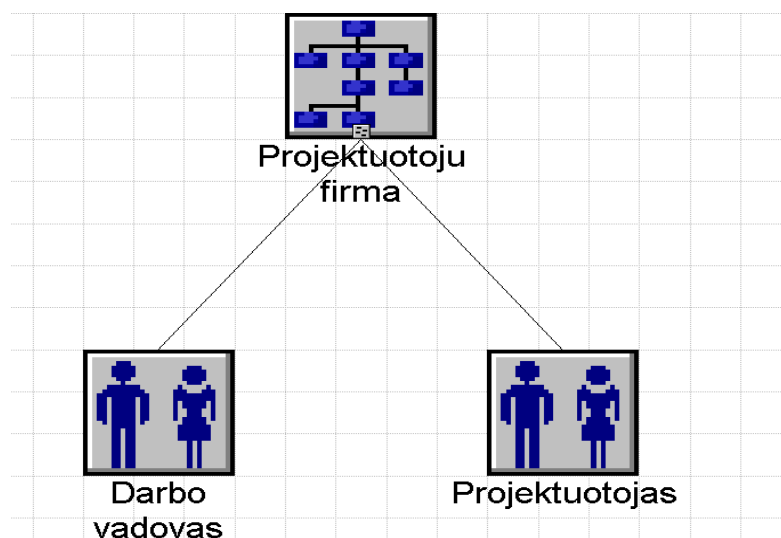
Figūros lentelė – lentelė, kurioje matematinėmis formulėmis aprašoma figūros geometrija, savybės, elgesys [3].

IĮ – individuali įmonė.

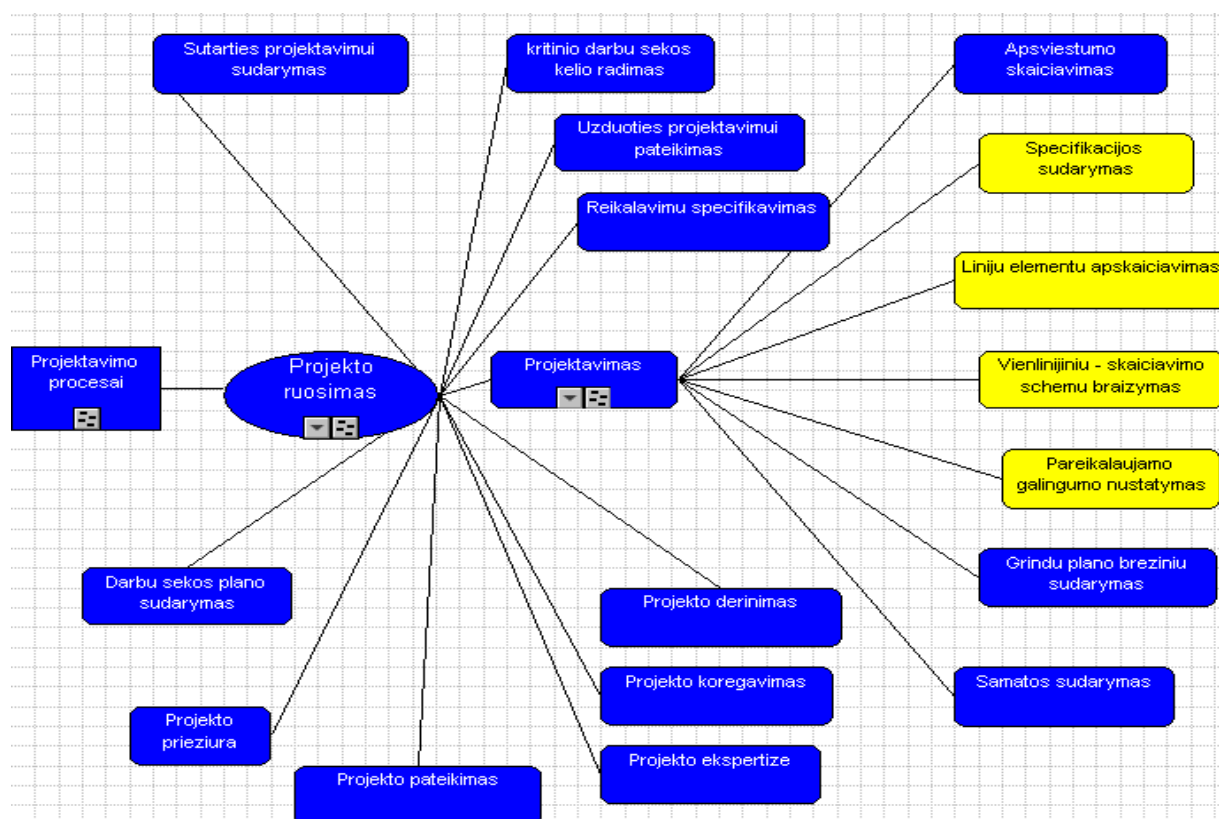
IE – naršyklė *Internet Explorer*.

OL – oro linija.

KL – kabelinė linija.

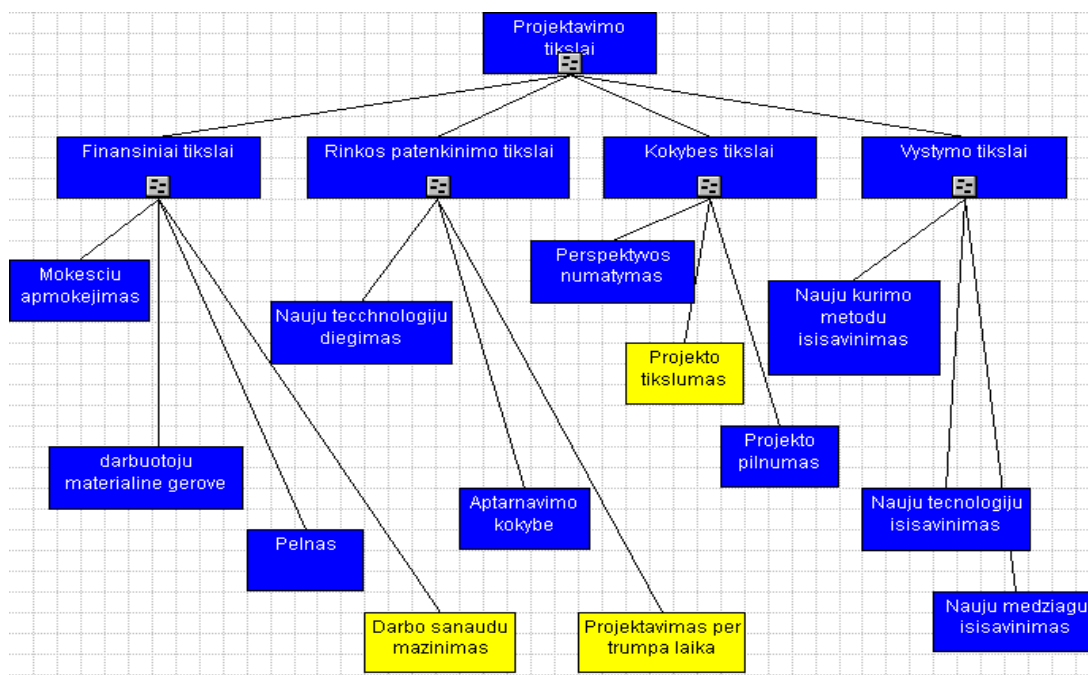


5 pav. Projektavimo firmos organizacinis modelis

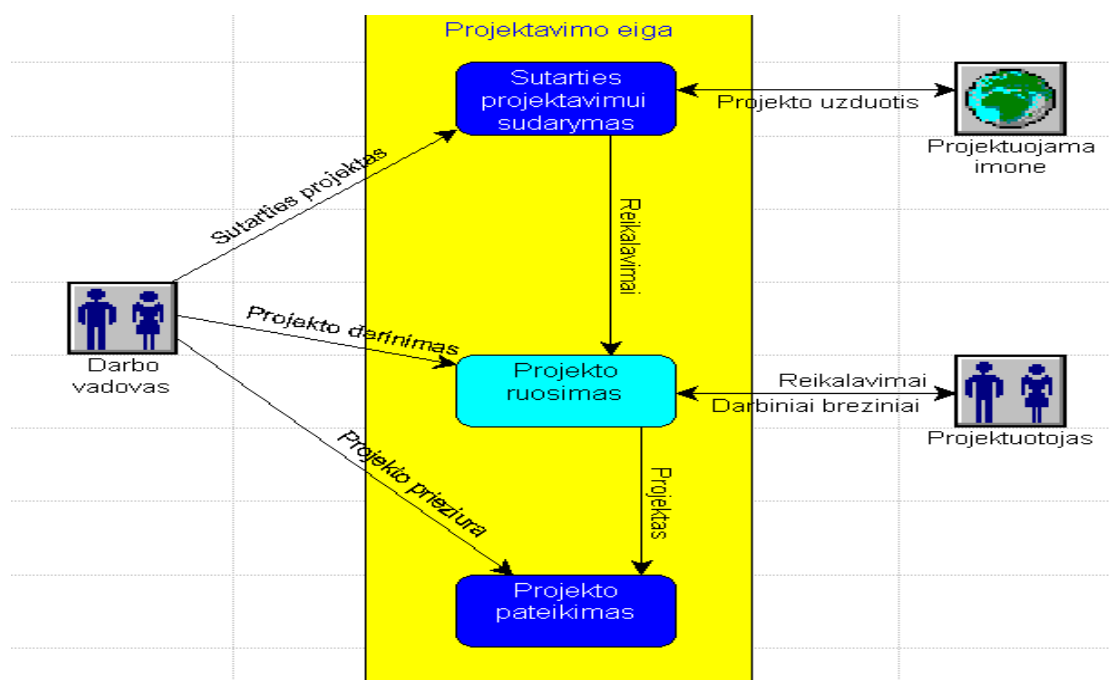


6 pav. Projektavimo firmoje vykstančių procesų modelis

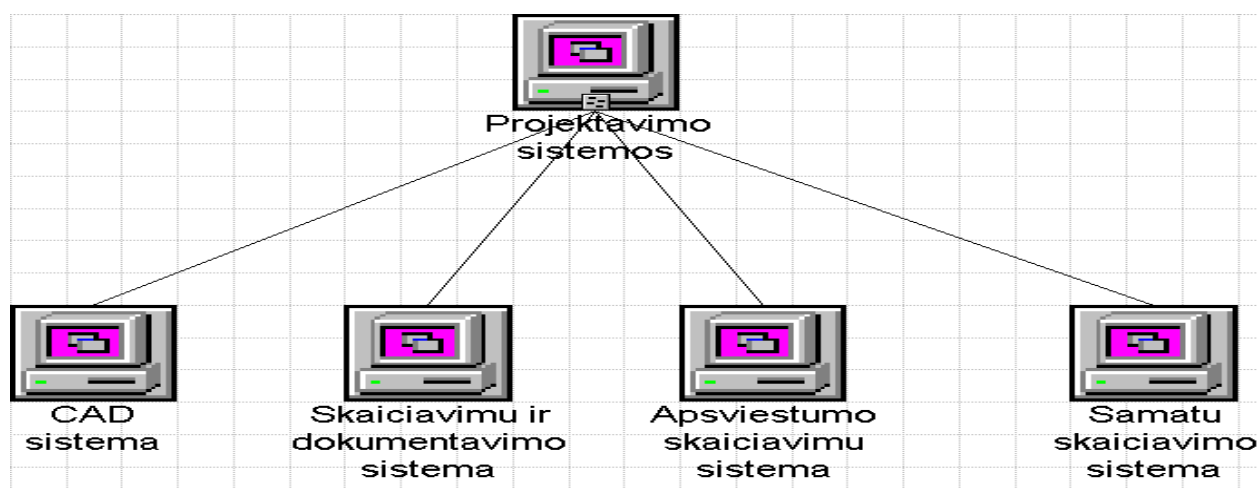
Tikslų modelis (*goal model*) atvaizduoja projektavimo veiklos tikslus (7 pav.).



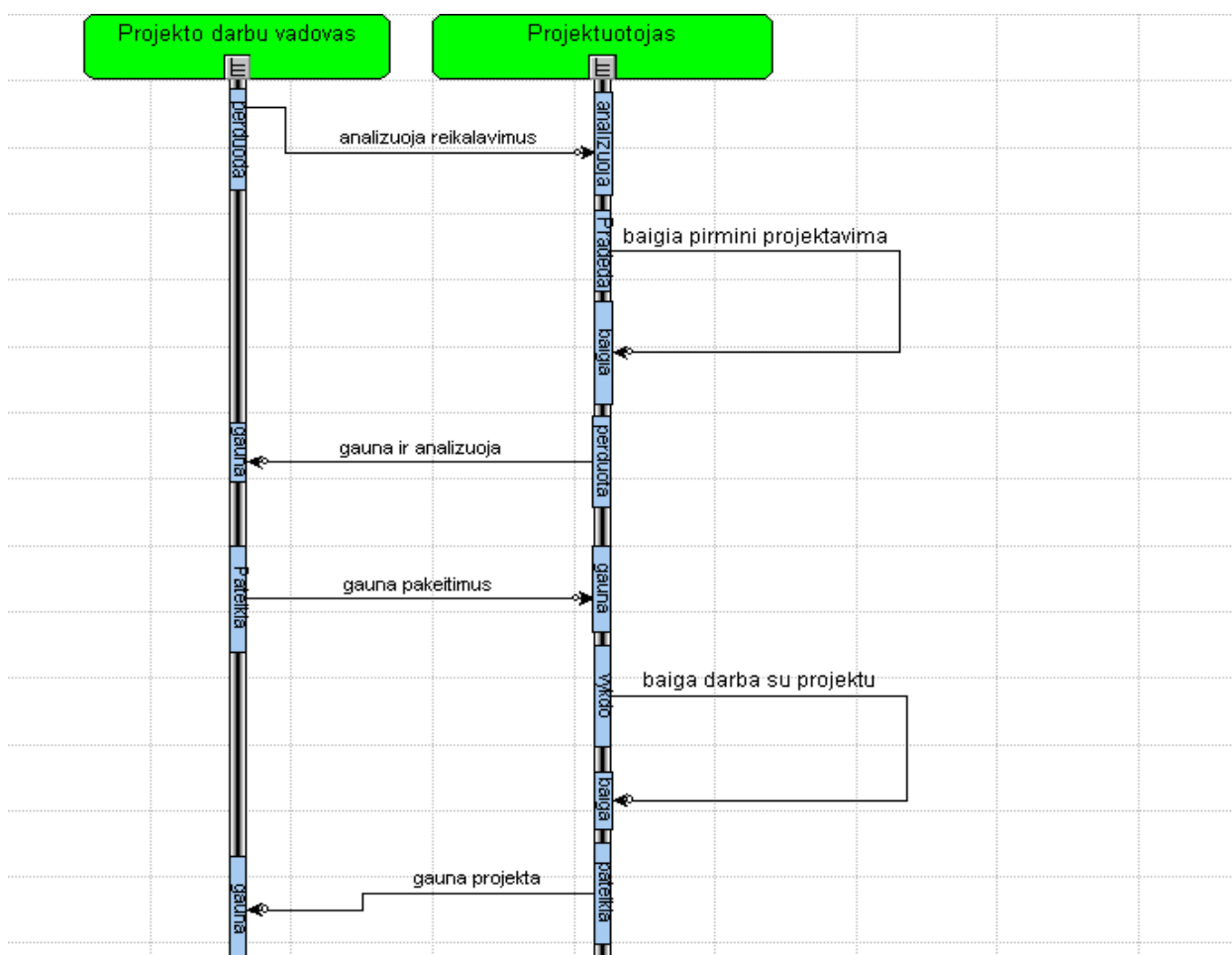
7 pav. Projektavimo veiklos tikslų modelis



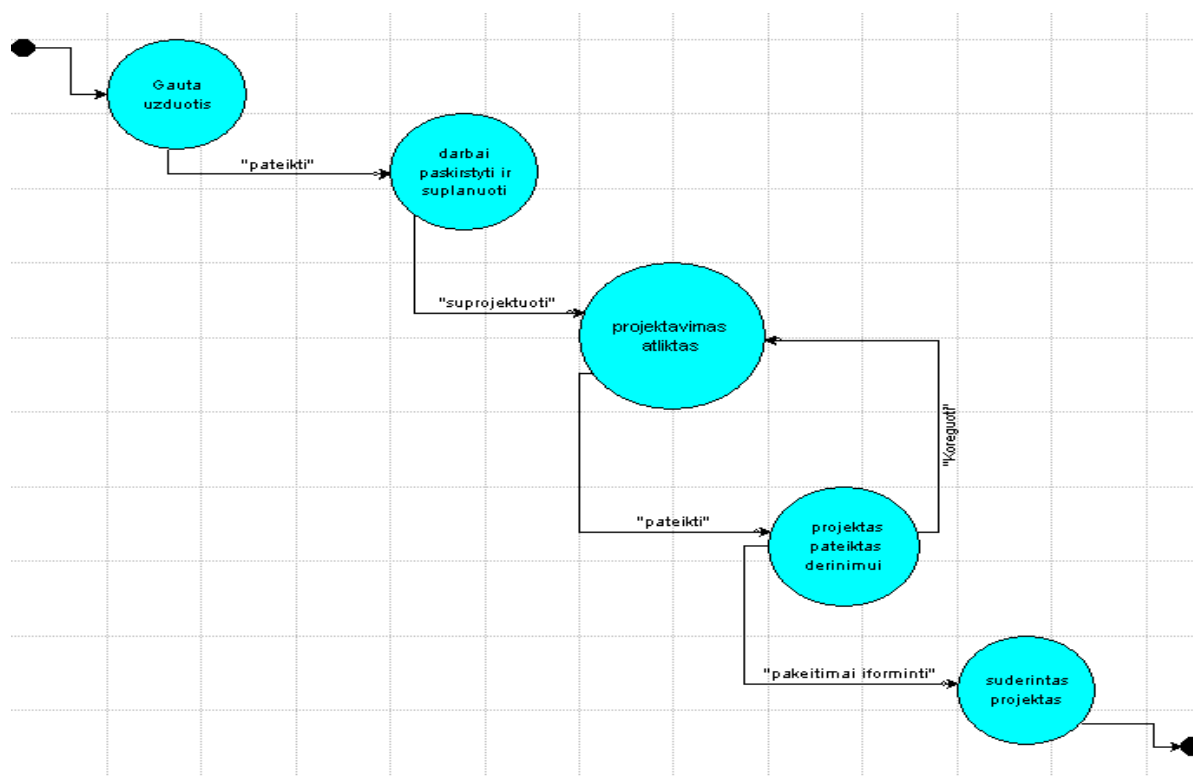
8 pav. Projektavimo veiklos panaudojimo atvejų modelis



9 pav. Projektavimo firmos sistemos modelis



10 pav. Projektavimo proceso sąveikų modelis



11 pav. Projektavimo veiklos būsenų modelis

2 PRIEDAS. EJLPS figūrų formalus aprašas

Sistema

// Elektros tinklo jėgos linijų projektavimo sistema EJLPS.

// EJLPS figūrų formalus aprašas pagal Z notacija

// Atliko: Virginijus Guoga, 2004m

// =====KONSTANTOS=====

[*PRANESIMAI, GRAFAS*]

sujungimas_negalimas: PRANESIMAI

saltinis_jau_yra: PRANESIMAI

// panaikinama_neteisingai_jungiama_figura:PRANESIMAI

figuros

// elementai priklausantys aibei *IMTUVAS*

IMTUVAS, APSAUGA, LINIJA, SALTINIS, SINA: P GRAFAS

saltinio_s: SALTINIS → GRAFAS

imtuvo_s: IMTUVAS → GRAFAS

linijos_s: LINIJA → GRAFAS

apsaugos_s: APSAUGA → GRAFAS

sinos_s: SINA → GRAFAS

IMTUVAS ∪ APSAUGA ∪ LINIJA ∪ SALTINIS ∪ SINA = GRAFAS

IMTUVAS ∩ APSAUGA ∩ LINIJA ∩ SALTINIS ∩ SINA = { }

∀ n1, n2: IMTUVAS • n1 ≠ n2

∀ n1, n2: APSAUGA • n1 ≠ n2

∀ n1, n2: LINIJA • n1 ≠ n2

SALTINIS ≤ 1

// saltinis gali buti tik vienas

∀ n1, n2: SINA • n1 ≠ n2

```

┌ delta_figuros _____
| | // apibudina figuras pries ir po operacijos
| | figuros
| | figuros'
| | _____
|
┌ chi_figuros _____
| | // atlikus operacija schema nepasikeicia
| | delta_figuros
| | _____
| | figuros = figuros
| | _____
|
| // [SALTINIS,IMTUVAS,SINA,LINIJA,APSAUGA];
|
┌ init_grafas _____
| | // pradine busena nusakoma schema init_grafas. Pradines aibes tuscios
| | figuros'
| | _____
| | GRAFAS = { }
| | _____
|
| // SALTINIS=;
| // IMTUVAS=;
| // SINA=;
| // LINIJA=;
| // APSAUGA=
|
┌ op_prideti_saltini_ok _____
| | // sekmingai prideti saltini i schema
| | delta_figuros
| | n?: SALTINIS
| | _____
| | SALTINIS' = SALTINIS ∪ {(n?)}
| | // saltinio_s'=saltinio_s union (n?,n?);

```

```
| | # SALTINIS < 2
```

```
| | op prideti_saltini_false
```

```
| | // nesekmingas saltinio pridejimas
```

```
| | delta_figuros
```

```
| | n?: SALTINIS
```

```
| | p!: PRANESIMAI
```

```
| | # SALTINIS ≥ 1
```

```
| | p! = saltinis_jau_yra
```

```
| | op saltinio_pridejimas
```

```
| | prideti_saltini_ok
```

```
| | prideti_saltini_false
```

```
| | op prijungti_prie_saltinio_ok
```

```
| | // sekmingas kitos figuros prijungimas
```

```
| | delta_figuros
```

```
| | n?: SALTINIS
```

```
| | m?: GRAFAS
```

```
| | n? ∈ SALTINIS
```

```
| | m? ∈ APSAUGA ∨ m? ∈ LINIJA
```

```
| | saltinio_s' = saltinio_s ∪ {(n?, m?)}
```

```
| | op prijungti_prie_imtuvo_false
```

```
| | chi_figuros
```

```
| | n?: IMTUVAS
```

```
| | m?: GRAFAS
```

3 PRIEDAS. Skaičiavimų matematinis pagrindimas

Instaliuotos ir skaičiuojamosios galios nustatymas

Skaičiuojamoji galia arba naudojama galia – tai elektros imtuvų galia, realiai vartojama iš elektros tinklo per tam tikrą laiko periodą.

Skaičiuojamosios galios nustatymas pagal *instaliuotą galią* ir *paklausos koeficientą* yra vienas iš apskaičiavimo būdų [8,9]. Jis taikytas EJLPS sistemoje.

Naudojantis metodu, visi elektros imtuvai pirmiausiai sugrupuojami į vienos rūšies imtuvų grupes. Po to žinynų pagalba nustatomas paklausos koeficientas K_p ir nuostolių koeficientas $\cos\varphi$ (1 lentelė) [8].

Čia *paklausos koeficientą* galime suprasti kaip tikimybę, įvertinančią kiek vienu metu prijungta vienarūšių elektros energijos imtuvų ir kokią jie naudos galią lyginant su instaliuota galia. Instaliuota galia – tai visų imtuvų aktyviųjų galių suma.

Taip pat apibrėžkime kitus galios terminus. Kompleksinė galia \underline{S} (vektorius) lygi kompleksinės įtampos ir jungtinės kompleksinės srovės sandaugai. Kompleksinės galios realioji dedamoji yra *aktyvioji*, o menamoji- *reaktyvioji* galia. Kompleksinės galios modulis vadinamas *pilnutine galia* [7].

Aktyvioji, reaktyvioji ir pilnutinė galia randama pagal formules[12]:

$$P_{sk} = K_p * P_i, \quad (1)$$

čia P_{sk} - skaičiuojama galia, P_i -instaliuota galia, K_p - paklausos koeficientas.

$$Q_{sk} = P_{sk} * \operatorname{tg}\varphi \text{ arba } Q_{sk} = P_{sk} * \left(\frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi} \right) \quad (2)$$

$$S_{sk} = \sqrt{P_{sk}^2 + Q_{sk}^2}, \quad (3)$$

čia S_{sk} – pilnutinė skaičiuojama galia; Q_{sk} - reaktyvioji skaičiuojama galia.

Tuomet *skaičiuojama srovė* I_{sk} bus:

$$I_{sk} = S_{sk} / U_l, \quad (4)$$

kur U_l - linijinė įtampa.

Pilnutinė skaičiuojama galia visiems imtuvams arba imtuvų grupei randama pagal formulę [8]:

$$S_{sk} = \sqrt{\left(\sum_1^n P_{sk} \right)^2 * K_{mn} + \left(\sum_1^n Q_{sk} \right)^2}, \quad (5)$$

čia $\left(\sum_1^n P_{sk} \right)^2$ - atskirų imtuvų ar imtuvų grupių, kurių kiekis n , skaičiuojamų galių suma;

$\left(\sum_1^n Q_{sk} \right)^2$ - n -tųjų imtuvų skaičiuojamųjų reaktyviųjų galių suma;

K_{mn} – imtuvų grupių maksimumų netolygumo koeficientas. Jis svyruoja ribose 0,85-1 ir parenkamas iš žinytų. Realizuojant EJLPS priimta, kad $K_{mn}=1$.

Atskiram, pavieniui elektros energijos imtuvui, jo skaičiuojamoji galia lygi instaliuotai galiai ir jo $K_p=1$. Imtuvui, kurio $\cos\varphi$ nežinome, priimame, kad jo $\cos\varphi=0,8$. Nuostolių koeficientas $\cos\varphi$ – tai santykis tarp aktyviosios ir pilnutinės galios:

$$\cos\varphi = P_{sk} / S_{sk}. \quad (6)$$

Realizuojant EJLPS priimta, kad $\cos\varphi$ visuomet yra teigiamas, t. y. reaktyvioji galia nebus atiduodama į tinklą, o visi imtuvai ją naudos.

1 lentelė

Kai kurių imtuvų paklausos ir nuostolių koeficientai

Elektros energijos imtuvo panaudojimo sritis	Koeficientai	
	K_p	$\cos\varphi$
SiurbLIAI	0,8	0,85
Ventiliatoriai	0,8	0,85
Kompresoriai	0,8	0,85
Mechaninio apdirbimo įranga	0,2	0,5
Šildymo įrenginiai	0,8	0,95
Pakėlėjai ir transporteriai	0,5	0,75
Elektros apšvietimas	1,0	1,0

Skaičiuojant imtuvų galingumus įvertintas ir jų *naudingumo koeficientas* η , dar vadinamas naudingo veiksmo koeficientu. Tai aktualu apskaičiuojant variklių galingumą pagal formulę [9]:

$$P_v = P_{mech} / \eta, \quad (7)$$

Čia P_v – variklio apkrovos galia, P_{mech} – išvystoma galia ant mechaninės pavaros veleno, η – reduktoriaus naudingumo koeficientas.

Kitiems imtuvams η gali būti prilygintas 1, t.y. $\eta=1$ arba įvertintas pagal imtuvo specifiką.

Elektros energijos šaltinio matematinis aprašas

Elektros energijos šaltinis pasižymi tokiomis savybėmis:

- linijinė įtampa U_l ;
- faziškumu (vienfazis arba trifazis);
- šaltinio vidinė varža. Ji apsprendžia trumpo jungimo srovę šaltinyje, kuri priklauso nuo šaltinio vidinės varžos ir fazinės įtampos.

$$I_{trj.šalt} = \frac{U_f}{Z_s}, [A] \quad (8)$$

Čia U_f - fazinė įtampa, V

Zš-šaltinio vidinė varža, Ω

Žinant imtuvų galingumus galime surasti šaltinio galingumą. Tai apskaičiuojama tokiu būdu [8]:

$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (9)$$

Čia S- pilnutinė galia, U- linijinė įtampa, I- srovė, P- aktyvioji galia, Q - reaktyvioji galia.

$$P = S \cdot \cos \varphi, \text{ čia } \cos \varphi, - \text{ tai galios nuostolių koeficientas} \quad (10)$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi}. \quad (11)$$

Nominali šaltinio galia P_s parenkama 30% didesnė už visų imtuvų skaičiuojamąją galia, taip įvertinamas rezervas:

$$P_s = 1,3 \cdot P_{sk}, \quad (12)$$

Toliau transformatorinės galingumas parenkamas iš galimų nominalų sąrašo (kW):

40, 50, 63, 100, 160, 180, 250, 320, 400, 630.

Elektros maitinimo skydai surandama jo vidinė varža ir apskaičiuojama minimali trumpo jungimo srovė. Tam tikslui priimama, kad skydo trumpo jungimo galia $P_{strjung}$:

$$P_{strjung} \approx 2,66 \cdot P_s. \quad (13)$$

Supaprastintų skaičiavimų 13 formulė rasta lyginamųjų skaičiavimų būdu.

Tuomet skydo vienos fazės vidinė varža $R_{skydo.v.f}$ lygi:

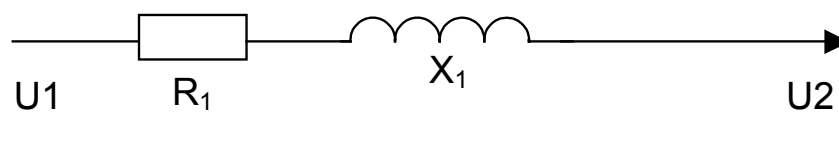
$$R_{skydo.v.f} = (U_f^2 \cdot \cos \varphi) / (3 \cdot P_{strjung}), \quad (14)$$

14 formulėje panaudotas koeficientas 3, nes randama šaltinio varža vienoje fazėje yra tris kartus mažesnė už trijų fazių vidinę varžą.

Elektros maitinimo skydo vienfazė trumpo jungimo srovė apskaičiuojama pagal 8 formulę.

Elektros tiekimo linijų matematinis aprašas

Linijų laidai, šinos, oro linijos, kabelių linijos supaprastintuose skaičiavimuose nagrinėjamos tik kaip išilginės aktyviosios varžos arba išilginės reaktyviosios varžos [1].



1 pav. Linijos elementų schema

Čia:

R_1 –linijos aktyvioji varža;

X_1 –linijos reaktyvioji varža;

U_1 -įtampa linijos pradžioje;

U_2 -įtampa linijos gale;

I -apkrovos srovė.

Laido aktyvioji varža randama pagal formulę: $R_L = \frac{l}{\gamma * s}$ (15)

Čia:

l - laido ilgis [m];

s - laido skerspjūvis [mm²];

γ -specifinis laidumas (mΩ *m)⁻¹. Kai aplinkos temperatūra 20° C, aliuminiui $\gamma=33 \div 35$, o variui $\gamma=53 \div 58$. Mažesnės vertės būdingos medžiagoms, skirtoms oro linijų laidams, didesnės- medžiagoms, skirtoms lanksčių kabelių gysloms ir tinklo laidams.

Tuo tarpu linijos laidų reaktyvioji varža tiesiogiai proporcinga atstumui tarp skirtingų fazinių laidų, įvertinant laidų skerspjūvį. Supaprastintuose skaičiavimuose galime taikyti tokias reaktyviosios varžos X_1 vertes, išreikštas [Ω / km] arba [mΩ / m] :

0,4-aukštos įtampos oro linijoms su plikais laidais;

0,35-žemos įtampos oro linijoms su plikais laidais;

0,15-žemos įtampos oro linijoms su izoliuotais laidais, žemos įtampos šinlaidžiams;

0,08-žemos įtampos kabeliams ir vidaus linijų laidams.

Trumpo jungimo srovių skaičiavimas

Prenkant žemos įtampos linijų apsaugas, saugiklius , automatinius išjungėjus , labai svarbu tiksliai nustatyti vienfazio trumpo jungimo srovę pačiame toliausiame apsaugomos linijos taške.

Pilna kilpos fazė- nulis, varža paskaičiuojama pagal formulę [5]:

$$Z = Z_{tr}/3 + Z_{linijos}, \quad (16)$$

$Z_{linijos}$ - linijos fazė-nulis, kilpos pilna varža.

$Z_{tr}/3$ - jėgos transformatoriaus vienfazio trumpo jungimo varža, parenkama iš 2 lentelės[5]:

2 lentelė

Transformatorių vidinės varžos reikšmės

Transformatoriaus tipas ir galingumas, kW	$Z_{tr}/3$ (omais)
TM-25	1,04
TM-30	1,11
TM-40	0,65
TM-50	0,722
TM-63	0,411
TM-100	0,26
TM-160	0,162
TM-180	0,203
TM-250	0,104
TM-320	0,117
TM-400	0,065
TM-630	0,042

Vienfazio trumpo jungimo srovė I_t paskaičiuojama pagal formulę:

$$I_t = U/Z, \quad (17)$$

U- tinklo įtampa, vienoje fazėje (230 V-įtampa prie transformatoriaus išvadų, o 220V- įtampa pas vartotoją).

Laidų skerspjūvio parinkimas

Laidų skerspjūvio parinkimo taisyklės taikomos darbo laidams, teikiantiems elektros energiją. Parinkimo kriterijai apibūdina minimalų leistina laidų skerspjūvį. Randamas pagal kelis kriterijus parinktų skerspjūvio vardinių reikšmių maksimumas, tam kad būtų tenkinami visi kriterijai. Šie kriterijai, kuriuos sąlygoja didžiausias skerspjūvis, yra lemiantieji; toks skerspjūvio parinkimas patenkina visus kitus reikalavimus.

Prieš pradėdant laido skerspjūvio parinkimą, reikia žinoti nagrinėjamų laidų rūšį: ar tai oro linijos, ar kabelinės linijos, ar vidaus tinklo laidai.

Vidaus tinklo laidams reikia parinkti laidų rūšį pagal naudojimo sąlygas, atsižvelgiant į :

- vidaus tinklo vardinę įtampą,
- ar laidai tiesiami stacionariai ar kilnojamiems įrenginiams,
- į aplinkos poveikį,
- aplinkos pavojingumą (pavyzdžiui gaisrui).

Skerspjūvio parinkimas atsižvelgiant į išilimą nuo darbinės srovės

Kuo didesnė srovė, tekanti grandinėje esant įprastam vartojimui, tuo didesnis pareikalaujamas laidų skerspjūvis, kad jie neiškaistų virš normos. Didžiausią srovę, kuria ilgam laikui galima apkrauti laidus, nurodo laidų ir kabelių gamintojai, o taip pat reglamentuoja taisyklės (EIT 1.3.11) [2].

Ore ir žemėje tiesiamų iki 1000V įtampos šarvuotų ir nešarvuotų *varinių* kabelių gumine izoliacija švininiame, polivinilchloridiniame arba guminiame apvaskale ir varinių laidų gumine izoliacija metaliniame apvaskale leistinoji ilgalaikė srovė (temperatūra: laidų +65°C, oro +25°C, žemės savitoji šiluminė varža 1,2 K.m/W) pateikiama 3 lentelėje.

3 lentelė

Ore ir žemėje tiesiamų iki 1000V įtampos šarvuotų ir nešarvuotų *varinių* kabelių gumine izoliacija švininiame, polivinilchloridiniame arba guminiame apvaskale ir *varinių* laidų gumine izoliacija metaliniame apvaskale leistinoji ilgalaikė srovė (temperatūra: laidų +65°C, oro +25°C, žemės savitoji šiluminė varža 1,2 K.m/W)

Kabelio skerspjūvis, mm ²	Kabelių ilgalaikė leistinoji srovė, A				
	ore			žemėje	
	viengyslių	Dvigyslių	Trigyslių	Dvigyslių	Trigyslių
1,5	23	19	33	17	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
325	260	385	220	330	385
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500

Ore ir žemėje tiesiamų iki 1000V įtampos šarvuotų ir nešarvuotų *aliuminių* kabelių gumine izoliacija švininiame, polivinilchloridiniame arba guminiame apvaskale ir varinių laidų gumine izoliacija metaliniame apvaskale leistinoji ilgalaikė srovė (temperatūra: laidų +65°C, oro +25°C, žemės savitoji šiluminė varža 1,2 K.m/W) pateikta 4 lentelėje.

4 lentelė

Ore ir žemėje tiesiamų iki 1000V itamos šarvuotų ir nešarvuotų *aliuminių* kabelių gumine izoliacija švininiame, polivinilchloridiniame arba guminiame apvalkale ir *aliuminių* laidų gumine izoliacija metaliniame apvalkale leistinoji ilgalaikė srovė (temperatūra: laidų +65°C, oro +25°C, žemės savitoji šiluminė varža 1,2 K.m/W)

Kabelio skerspjūvis, mm ²	Kabelių ilgalaikė leistinoji srovė, A				
	ore			žemėje	
	viengyslių	Dvigyslių	Trigyslių	dvigyslių	trigyslių
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	324	140	210
95	250	200	295	140	210
120	295	230	340	200	295
150	390	310	390	235	335
185	390	310	440	270	385

Keturių arba penkių laidų trifazio elektros tinklo sistemoje N ir PEN laidininkai turi būti vienodo skerspjūvio kaip ir faziniai laidai.

Kabelių, izoliuotų ir neizoliuotų laidų, standžių ir lanksčių šinų faktinė leistinoji ilgalaikė srovė apskaičiuojama priklausomai nuo faktinės vietos aplinkos temperatūros, lygiagrečiai praeinančių grandinių skaičiaus ir jų skerspjūvių bei juos supančios aplinkos šilumos laidumo. Leistinoji ilgalaikė srovė apskaičiuojama:

$$I_1 = k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * I_0; \quad (18)$$

Čia: I_0 – leistinoji ilgalaikė srovė, esant vienai viengyslių kabelių (laidų) grandžiai arba vienam dvigysliam kabeliui, bazinei aplinkos temperatūrai bei baziniam supančios aplinkos šilumos laidumui;

k_1 – pataisos koeficientas, įvertinantis faktinę aplinkos temperatūrą;

k_2 – pataisos koeficientas, įvertinantis lygiagrečiai einančių grandžių skaičių ir atstumus tarp jų;

k_3 – pataisos koeficientas, įvertinantis supančios aplinkos šilumos laidumą;

k_4 – pataisos koeficientas, įvertinantis lygiagrečiai nutiestų grandinių skirtingą išilimą ir skerspjūvius.

Realizuoiant EJLPS pataisos koeficientai k_1 ir k_2 įvertinami įvedant linijų laidininkų gyslų išilimo ir aplinkos temperatūras, o koeficientų k_3 ir k_4 sandauga gali būti įvedama kaip linijų *pataisos koeficientas*. Jei koeficientai k_3 ir k_4 nenurodomi, tai jie prilyginami vienetui.

Jei apskaičiuojamų laidininkų aplinkos temperatūra kita nei nurodyta lentelėse 2- 3, tai pateiktos leistinos srovės turi būti koreguojamos dauginant jas iš žemiau nurodytų pataisos koeficientų pateiktų 5 lentelėje.

5 lentelė

Neizoliuotų , izoliuotų laidų, kabelių ir šinų leistinosios ilgalaikės srovės pataisos koeficientai, klojant juos kitokioje nei +15°C žemės ir +25 °C oro temperatūroje ir esant skirtingai leistinajai laidininkų išilimo temperatūrai

Aplinkos Temperatūra, °C	Leistinoji laidininkų išilimo temperatūra.	Pataisos koeficientas esant oC aplinkos temperatūrai											
		<-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68
25	80	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
15	70	1,28	1,24	1,20	1,15	1,10	1,06	1,06	0,94	0,87	0,82	0,75	0,67
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
25	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,50	0,36
25	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
15	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	-
25	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1,00	0,89	0,78	0,63	0,45	-

Laidininkų skerspjūvio pagal lenteles parinkimui naudojama atstojamoji srovė I_a , randama pagal formulę:

$$I_a = I_{sk} / k_1 * k_2 * k_3 * k_4 \quad (19)$$

Oro linijų laidininkai gali būti tik aliuminėmis gyslomis ir jų skerspjūviai parenkami iš 6 lentelės, pagal AMKA tipo kabelių duomenis trifazėms linijoms [2]:

6 lentelė

Oro linijų AMKA tipo kabelių ilgalaikės leistinosios srovės

Vienos iš kabelio gyslų skerspjūvis, mm ²	16	25	35	50	70	90	120
Ilgalaikė leistinoji srovė, A	68	89	110	134	162	195	225

Parinkimas atsižvelgiant į leistiną santykinę įtampos kritimą atsiradusį dėl apskaičiuotos maksimalios srovės

Po pradinio laidų skerspjūvio parinkimo galima apskaičiuoti juose atsiradusį įtampos kritimą. Jeigu jis neviršija leistinos 5% ribos, pasirinktas skerspjūvis yra pakankamas. Kai kuriais atvejais, priklausomai nuo aplinkybių, įtampos kritimas gali būti ir didesnis, bet nedidesnis kaip 8%.

Mes žinome, kad:

$$R = \frac{1}{y \cdot s}, \quad X = X_L \quad (20)$$

Tuomet trifazei grandinei:

$$S \geq \frac{1}{y \cdot \left(\frac{dU \cdot U}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot U \cdot \cos f} - x_L \cdot 10^{-3} \cdot \operatorname{tg} f \right)} \quad (21)$$

S – laidininko skerspjūvis,

y – laidininko medžiagos specifinis laidumas (aliuminio arba vario),

dU – įtampos kritimas %,

U – tinklo linijinė įtampa V,

f – kampas,

X_L – induktyvinės varžos dedamoji,

l – laidininko ilgis,

I – nominali darbo srovė A.

EJLPS skaičiuoja linijos skerspjūvį, pagal nutylėjimą priimama, kad įtampos kritimas linijoje yra 2%. Todėl, jei paeiliui jungiamos trys linijos viena paskui kitą, kurių ilgis didesnis kaip 25 m, gali susidaryti situacija, kad bendras įtampos kritimas bus 6%. Todėl EJLPS ribojamas paeiliui jungiamų ilgų linijų jungimas iki 3 linijų vienoje grandinėje.

Kai skaičiuojamas įtampos kritimas, atsirandantis, pavyzdžiui, variklių paleidimo metu, dėl atsiradusios variklių prijungiamosios (paleidimo) srovės, tai skaičiavimai atliekami analogiškai,

tačiau čia į formules reikia įrašyti prijungiamąją srovę, bei ją atitinkantį galios koeficientą $\cos\varphi$ ir $\operatorname{tg}\varphi$, taip pat leistiną įtampos kritimą iki 15%. Kai kuriais atvejais leistinas įtampos kritimas galimas iki 30%.

EJLPS parenka laidininkų skerspjūvį pagal įjungimo srovę, kai priimamas fiksuotas 10% leistinas kritimas vienoje iš linijų (21 formulė).

Problema kyla paleidžiant didelio galingumo variklį arba kai paleidžiama variklių grupė, nes prijungiamoji srovė daug kartų didesnė už nominalią darbo srovę, o atsiradęs įtampos kritimas nedidėja tuo pačiu laipsniu kaip srovė, nes galios koeficientas yra kitoks esant apskaičiuotai maksimaliai srovei, o dar kitoks esant prijungiamajai srovei. Viso to EJLPS neįvertina.

Apsaugų parinkimas

Automatinių jungiklių parinkimas

Pagrindinis automatinio jungiklio uždavinys – automatiškai atjungti grandinę, atsiradus perkrovai arba įvykus trumpam jungimui.

Srovės $I_{n \text{ atkab-}}$, kuri gali sukelti trumpo jungimo srovės atkabiklio suveiktį, ir jungiklio vardinės srovės I_n santykio vertės yra šios:

- 3-5 jungikliams su B tipo charakteristika,
- 5-10 jungikliams su C tipo charakteristika,
- 10-20 jungikliams su D tipo charakteristika.

Jei neribojama grandinės įjungimo srovė, tai jos santykis su imtuvo arba vienu metu įjungiamų imtuvų grupės vardine srove siekia:

- variklių (su lengvu paleidimu) - 5,
- variklių su sunkiu paleidimu- 10,
- kaitinamųjų lempų - 12,
- elektroninių įrenginių su tinklo transformatoriais - <12,
- kitų imtuvų- 3.

EJLPS, nustačiusi įjungimo srovės I_i ir darbo srovės I_d santykį, nustato automatinių jungiklių charakteristiką į „C“, jei santykis mažiau kaip 8 ir į „D“, jei santykis >8.

EJPS nustato automatinių jungiklių nominalus:

1. Suranda atstojamąją srovę:

$$I_{aja}=1,1 \cdot I_d, \quad (22)$$

2. Pagal atstojamąją srovę I_{aja} parenka automatinio jungiklio vardinę srovę iš sekos:

10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000.

Saugiklių parinkimas

Prijungus prie elektros linijos per daug imtuvų, gali atsirasti jos perkrova. Nuo ilgalaikės srovės perkaista ir pažeidžiami laidai bei kiti tinklo elementai. Dar stipresnės srovės teka tada, kai tinkle dėl pažeidimų arba neteisingai jungiant įvyksta trumpas jungimas. Grandinė, kurioje įvyko trumpas jungimas arba pavojinga perkrova, automatiškai išjungia saugikliai arba maksimalios srovės automatiniai jungikliai [1].

Per saugiklį teka saugomos grandinės srovė. Nedidelė darbo srovė išildo tirptuką ir visą įdėklą, bet tirptuko neištirpdo.

Saugiklio įdėklas turi nustatytą vardinę srovę, žymimą I_{ns} ; tai pati stipriausia srovė, kurią leidžiama ilgą laiką apkrauti įdėklą. Ilgalaikė grandinės apkrova neturi būti didesnė už šią vertę. Jei tirptuku net ilgą laiką tekėtų šiek tiek stipresnė srovė, kurios ribos $I_{ns}-1,3* I_{ns}$, tai jis dar neperdegtų. Jei srovė peržengtų $1,6* I_{ns}$ ribą, galime tvirtinti, kad tirptukas tikrai išsilydytų.

Saugiklių įdėklų vardinės srovės vertės yra sekos R10 normalieji skaičiai, t.y. geometrinės sekos, kurios dalmuo $\sqrt[10]{10}$, dydžių suapvalintos vertės:

10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000.

Prenkant apsaugas (saugiklius ir automatinius išjungėjus), reikia išlaikyti dvi pagrindines sąlygas:

1. saugiklis ar automatinis išjungėjas turi išlaikyti ilgalaikę darbo srovę ir neatjungti linijos variklių paleidimo metu;

2. greitai atjungti pažeistą linijos ruožą.

Saugiklis atjungs pažeistą linijos ruožą, jei vienfazio trumpo jungimo srovė tolimiausiame linijos taške nemažiau kaip tris kartus viršys saugiklio tirptuko nustatytą srovę.

$$K_j = \frac{I_{t \min}}{I_{t / \text{šil}}} \geq 3, \quad (23)$$

Čia K_j – jautrumo koeficientas,

$I_{t \min}$ – minimali vienfazio trumpo jungimo srovė tolimiausiame linijos taške,

$I_{t / \text{šil}}$ – vardinė saugiklio atkabiklio srovė.

Elektros variklių paleidimui lengvomis sąlygomis su retais paleidimais saugikliai parenkami pagal formulę [5,9]:

$$I_t = \frac{I_p}{2,5}, \quad (24)$$

čia I_p – variklio įjungimo srovė, A;

I_t – vardinė saugiklio tirptuko srovė, A.

Kai pavieniai elektros varikliai paleidžiami dažnai ir sunkiomis sąlygomis, saugikliai parenkami pagal formulę:

$$I_t = \frac{I_p}{1,6 - 2} \quad (25)$$

EJLPS parenka saugiklius įvertindama įjungimo srovės padidėjimą lyginant ją su darbo srove.

Galios koeficientą gerinančio kondensatoriaus parinkimas

Aktyviosios galios imtuvai taip pat naudoja ir reaktyviają galią. Visų pirma tai indukciniai varikliai. Tokių imtuvų galios koeficientas apskritai yra mažas, jeigu jie yra neapkraunami, arba dar labiau pablogėja, kai jie veikia tuščiai. Kai galios koeficientas sumažėja iki $\cos\varphi = 0,5$ atsiranda neigiami reiškiniai, sukeliantys:

- dvigubą srovės padidėjimą; dėl to reikėtų naudoti dvigubai didesnės vardinės srovės laidus ir aparatus;

- keturgubai didesnius aktyviosios galios I^2R bei reaktyviosios galios I^2X nuostolius bei nukritusią įtampą nagrinėjamame tinklo ruože.

Siekiant sumažinti šiuos nenaudingus reiškinius, galios koeficientą reikia palaikyti ties $\cos\varphi = 0,96$ riba. Optimalus $\cos\varphi = 0,98$. Nes pasiekus $\cos\varphi = 1$, nėra garantijos, kad kampas φ netaps neigiamas ir nebus atiduodama į tinklą dar žalingesnė grįžtama reaktyvioji energija.

Nagrinėjant R, L, C kintamos srovės grandine, galime padaryti išvadą, kad kai imtuvas talpuminio charakterio, tai kampas φ yra neigiamas, reaktyvioji energija atiduodama į tinklą. Praktikoje talpuminiais imtuvais gali būti, pavyzdžiui, liuminescencinių lempų šviestuvai. Induktyvinio tipo imtuvai ima reaktyviają energiją iš tinklo, jų kampas φ yra teigiamas, pavyzdžiui, varikliams.

Kompensuojančio kondensatoriaus talpa surandama pagal 2 formulę.

Kadangi kompensuojančių kondensatorių nominalas išreiškiamas kVAr, tai papildomo perskaičiavimo į kondensatoriaus talpumą atlikti nereikia.

Kondensatorių nominalios reikšmės parenkamos iš sekos:

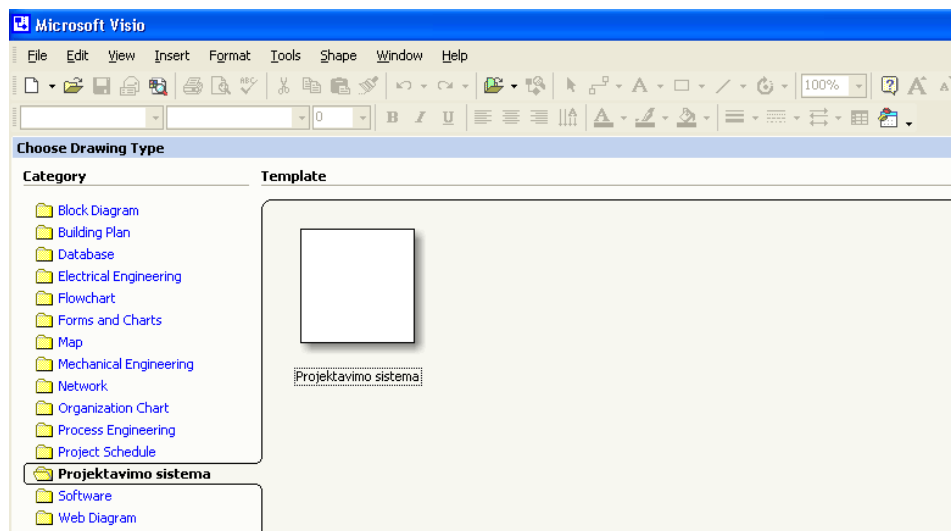
1, 2, 5, 10, 20, 50, 75, 100, 120, 150, 200, 225, 250, 300.

4 PRIEDAS. EJLPS vartotojo vadovas

Darbo pradžia

Iškviečiame programą Visio 2002. Programa paleidžiama, įvykdžius komandas *Start- Programs- Microsoft Visio* arba darbalaukyje du kartus spragtelėjus pele programos piktogramą.

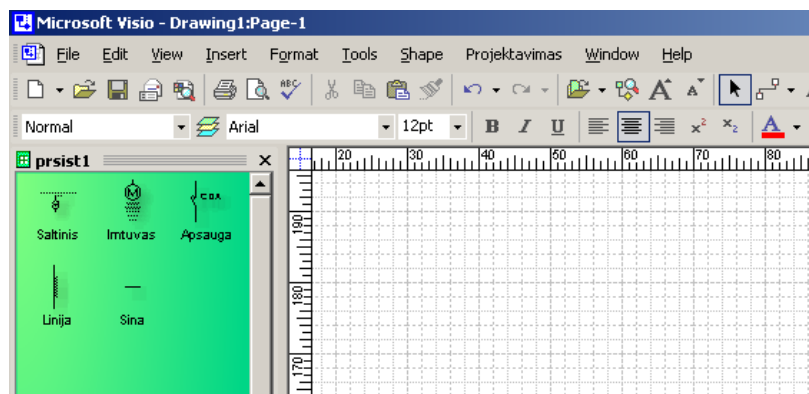
Atsivėrusio lango *Category* stulpelyje pasirenkame brėžinio tipą *Projektavimo sistema*. Dešinėje pusėje, stulpelyje *template*, pasirenkame *Projektavimo sistemos* šabloną (1 pav.).



1 pav. Pradinis darbo su Visio programa langas

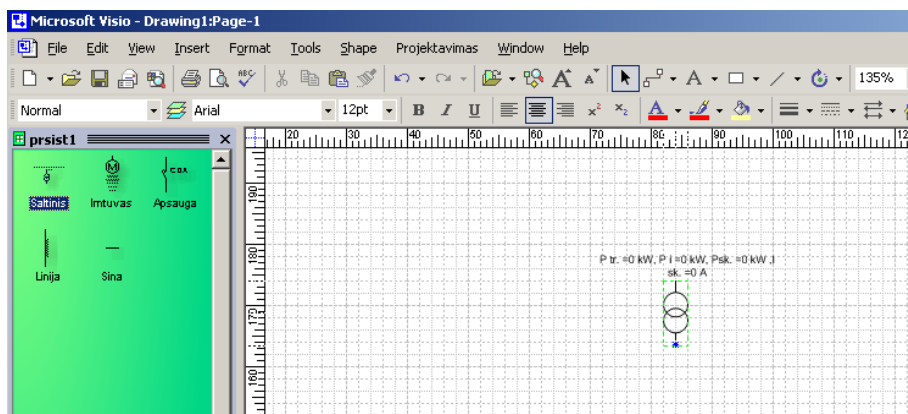
Darbo eiga

Atsiveria Visio programos langas, kuriame darbinė sritis suskirstyta į dvi pagrindines dalis: EJLPS trafareto ir brėžinio langą (2 pav.).



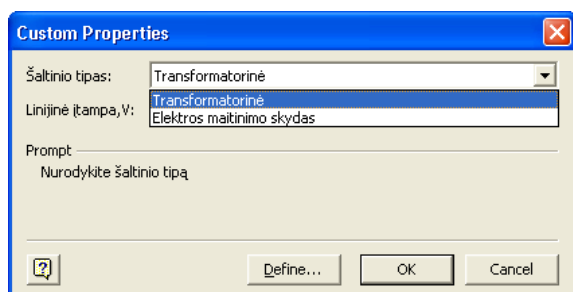
2 pav. Trafareto langas kairėje (žalias fonas), dešinėje brėžinio erdvė

Norint sukurti naują vienlinijinę schemą, reikia iš trafareto srities pele pasirinkti figūras ir jas „tempti“ į brėžinio lauką. Brėžinys pradamas nuo šaltinio perkėlimo į brėžinį.

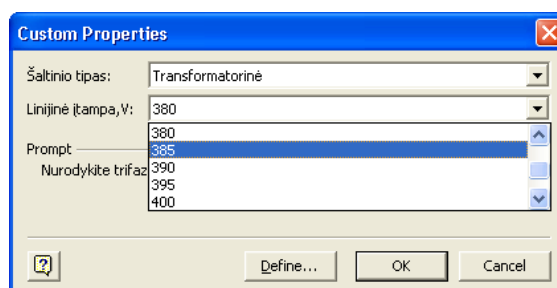


3 pav. Figūros pele iš trafareto tempiamos į brėžinio erdvę

Paleidus pele „šaltinį“ brėžinio srityje, automatiškai atsiveria *custom properties* forma dar vadinama *figūros* arba *vartotojo savybių*, kurioje nurodomi šaltinio duomenys: šaltinio tipas ir linjinė įtampa. Įtampa ir linijos tipas pasirenkami iš sąrašo (4 ir 5 pav.).

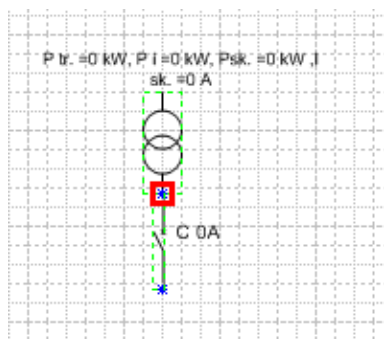


4 pav. Pasirenkame šaltinio tipą

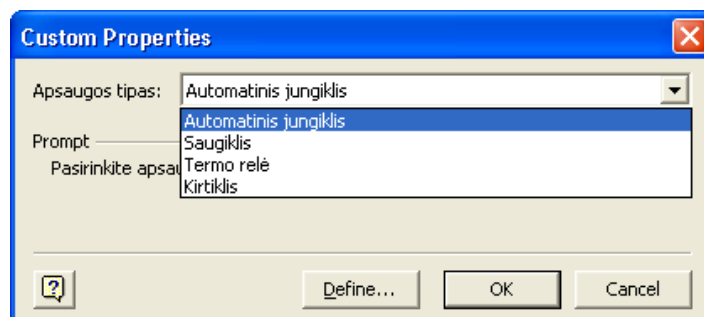


5 pav. Pasirenkame linjinę įtampą

Prie šaltinio paprastai jungiame apsaugą. Pasirinkę „apsaugos“ figūrą su pele „tempiamo“ ją į brėžinio erdvę ir privedame prie šaltinio prijungimo taško. Atsiranda raudonas kvadratas, indikuojantis, kad figūrą galime „paleisti“ ir kad ji bus prijungta prie šaltinio. Kitu atveju apsaugos figūra nebus prijungta ir reikia pabandyti prijungti ją iš naujo (6 pav.). Tam, kad figūrų prijungimo taškai būtų matomi, reikia aktyvuoti Visio meniu punktą: *View-Connection Points*.



6 pav. Raudonas kvadratas rodo teisingai prijungiamą figūrą



7 pav. Figūros apsauga savybių forma

Automatiškai atsiradusiame figūros savybių lange iš sąrašo pasirenkame figūros tipą (7 pav.). Pasirinkus kitą figūros tipą, keičiasi jos vaizdas.

Toliau analogiškai jungiamos kitos figūros.

Pavyzdžiui, prijungiame liniją. Linijos savybių formoje nurodome duomenis apie liniją: jos ilgį, linijos tipą, linijos pataisos koeficientą, gyslos išilimo temperatūrą, aplinkos temperatūrą, laidininko medžiagą. Visos reikšmės pasirenkamos iš reikšmių sąrašų išskyrus linijos ilgį. Pateikiamos pradinės įvedimo laukų reikšmės pagal nutylėjimą, ir gali būti paliktos nepakeistos. Nurodant linijos ilgį reikia įvesti korektiškus duomenis: tai turi būti skaičius, išreikštas metrais. Į linijos ilgio lauką įvedus simbolį, programa išduos pranešimą apie klaidą (10 pav.).

Norint suprasti įvedamų duomenų prasmę, rekomenduojama susipažinti su 3 priede pateikta medžiaga.

8 pav. Linijos duomenų įvedimas

9 pav. Šinos savybių forma

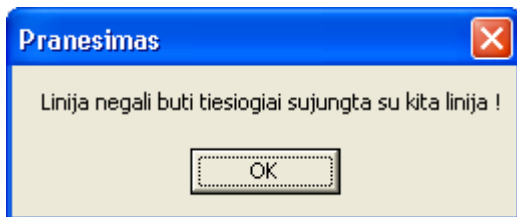
10 pav. Pranešimas nurodo, kad turi būti įvedamas skaičius laukelyje *ilgis*

Prijungiant šiną, reikia nurodyti šinos ilgį.

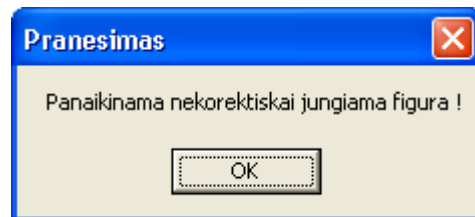
Prijungiant imtuvą, reikės nurodyti imtuvo tipą, galingumą, koeficientą $\cos\phi$, panaudojimo koeficientą K_p , naudingumo koeficientą K_n . Visos reikšmės pasirenkamos iš reikšmių sąrašo.

11 pav. Imtuvo savybių forma

EJLPS sistema tikrina sujungiamas figūras ir neleidžia jų sujungti nekorektiškai. Prie šaltinio galime prijungti tik apsaugą. Prie apsaugos galima prijungti šiną, liniją arba imtuvą, prie imtuvo negalima nieko prijungti, prie linijos galime prijungti apsaugą, šiną arba imtuvą. Negalima tos paties rūšies figūrų jungti tarpusavyje. Jei figūra jungiama nekorektiškai, tai išduodamas pranešimas apie klaidą ir panaikinama nekorektiškai jungiama figūra. Pavyzdžiui jungiant liniją su linija, gausime pranešimą, pateiktą 12 ir 13 paveiksle.

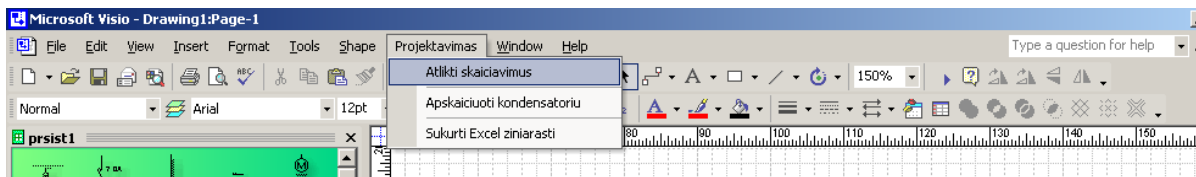


12 pav. Pranešimas apie nekorektišką figūrų jungimą



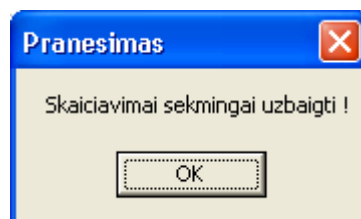
13 pav. Pranešimas, kad bus panaikinta nekorektiškai jungiama figūra

Nubraižius vienlinijinę schemą galime atlikti skaičiavimus. Tam iš meniu punkto *Projektavimas* pasirenkame komandą „Atlikti skaičiavimus“ (14 pav.).



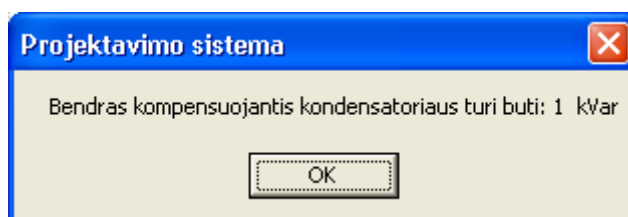
14 pav. Projektavimo sistemos meniu „Projektavimas“

Atlikus skaičiavimus, gaunamas pranešimas apie sėkmingą skaičiavimų atlikimą. Skaičiavimų rezultatai atsispindi ant schemos elementų užrašų, pasikeičia prieš tai buvusios nulinės reikšmės.



15 pav. Pranešimas apie sėkmingai baigtus skaičiavimus

Pasirinkus meniu punktą „Apskaiciuoti kondensatoriu“, gauname rezultatus apie reaktyvųjį galingumą kompensuojantį kondensatorių.

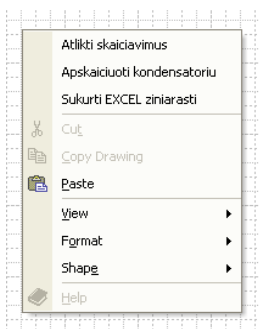


16 pav. Forma nurodanti kompensuojančio kondensatoriaus talpą

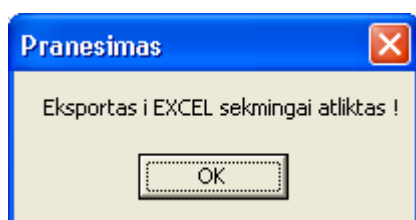
Iš meniu punkto „*Sukurti Excel žiniaraštį*“ gauname specifikaciją Excel lentelių pavidalu. Duomenys apie apsaugas pateikiami Excel lape *Lapas1*, o duomenys apie linijas – *Lapas2*.

Apie sėkmingą *Excel* žiniaraščių suformavimą išduodamas pranešimas (18 pav.).

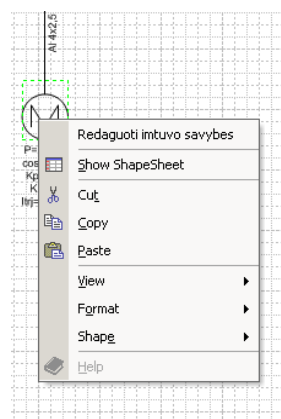
Visos minėtos komandos gali būti iškviestos ir iš kontekstinio meniu, iššaukiamo dešinio pelės klavišo spragtelėjimo dokumento srityje, kai nepažymėta ne viena figūra.



17 pav. Kontekstinis EKLPS komandų meniu



18 pav. Pranešimas apie sėkmingą Excel žiniaraščių sukūrimą



19 pav. Kontekstinis šaltinio meniu

Specifikacijos gali būti išsaugotos kaip paprastas Excel dokumentas.

Vienlinijinė schema su skaičiavimų rezultatais gali būti išsaugota, gali būti redaguojama kaip ir bet kuris kitas Visio brėžinys.

Norint redaguoti vienlinijinės schemas figūrų duomenis, reikia iškviesti figūros vartotojo savybių formą. Tai galima atlikti keliais būdais:

- pažymime figūrą ir, nuspaudus dešinį pelės klavišą, iškviečiame kontekstinį meniu. Iš meniu pasirinkame punktą *Redaguoti figūros savybes* (19 pav.).
- du kartus pele spragtelėjus ant figūros.

Atlikus duomenų redagavimą, reikia iš naujo atlikti skaičiavimus.

Jei brėžinyje nėra šaltinio, skaičiavimai nebus atliekami.

Jei brėžinyje yra keli šaltiniai, tai programa atliks skaičiavimus nuo pirmojo rasto šaltinio. Kiti šaltiniai bus ignoruojami ir skaičiavimai nuo jų nevyks.

Tokie veiksmai, kaip brėžinio išsaugojimas, jo atidarymas, redagavimas, apipavidalinimas kitais Visio įrankiais, yra standartiniai ir čia neaptariami. Neturintiems darbo su Visio programa įgūdžių rekomenduojama speciali literatūra apie Visio.

Norint pradėti darbą su nauju EKLPS brėžiniu nebaigus darbo su Visio programa, reikia pasirinkti *File-New-Choose Drawing Type*. Tolesni veiksmai tokie pat kaip ir naujai pradedant darbą.

5 PRIEDAS. Paieškos algoritmai Visio terpėje

Programinė Visio terpė iš figūrų sudarytam brėžiniui, kuomet brėžinio figūros atitinkamai „suklijuotos“, gali automatiškai objekto *Connects* pagalba sugeneruoti to brėžinio sujungimų grafą nusakantį aprašą. Tai sujungimus nusakanti objektų kolekcija.

Objekto *Page* savybė *Connects* grąžina *Connects* kolekciją, susidedančią iš *Connect* objektų kiekvienam iš puslapio sujungimų [11].

Figūros objektas *Shape* turi dvi sujungimų kryptingumą apibūdinančias savybes:

- savybę *Connects*, grąžinančią *Connects* kolekciją, susidedančią iš *Connect* objektų, nusakančių kiekvienos figūros, figūrų grupės ar pagalbinių linijų (angl. *Guide*) priklijavimą *nuo* figūros;
- savybę *FromConnects*, grąžinančią *Connects* kolekciją, susidedančią iš *Connect* objektų, nusakančių kiekvienos figūros, figūrų grupės ar pagalbinių linijų (angl. *Guide*) priklijavimą *prie* figūros.

1 lentelėje pateiktos apibendrintos, sujungimus apibūdinančios savybės aprašytos Visio pagalbos sistemoje.

1 lentelė

Figūrų sujungimus nusakančios savybės

Objektas	Savybė	Apibūdinimas
<i>Shape, Page, Master</i>	<i>Connects</i>	<i>Connects</i> kolekcija, talpinanti objektus <i>Connect</i> , aprašančius <i>nuo</i> kiekvienos figūros atliktą priklijavimą <i>prie</i> kitų figūrų
<i>Shape</i>	<i>FromConnects</i>	<i>Connects</i> kolekcija, talpinanti objektus <i>Connect</i> , aprašančius <i>prie</i> kiekvienos figūros atliktą priklijavimą <i>nuo</i> kitų figūrų
<i>Connects</i> kolekcija arba <i>Connect</i> objektas	<i>FromSheet</i>	Figūros ar figūrų grupės sujungimas „ <i>nuo</i> “
<i>Connects</i> kolekcija <i>Connect</i> objektas	<i>ToSheet</i>	Figūros ar figūrų grupės sujungimas „ <i>i</i> “
<i>Connect</i> objektas	<i>FromPart</i>	Figūros dalies sujungimas „ <i>nuo</i> “
<i>Connect</i> objektas	<i>ToPart</i>	Figūros dalies sujungimas „ <i>i</i> “
<i>Connect</i> objektas	<i>FromCell</i>	Figūros celės sujungimas „ <i>nuo</i> “
<i>Connect</i> objektas	<i>ToCell</i>	Figūros celės sujungimas „ <i>i</i> “

Pavyzdžiui mazgą, nuo kurio pradedama paieška, pavadinkime „šaltiniu“. Sakykime nuo „šaltinio“ atlikti prijungimai į kitus gretimus mazgus. Tuos mazgus pavadinkime „imtuvais“. Tuomet mazgui „šaltinis“ gretimus mazgus galime apjungti į mazgo „šaltinis“ gretimų mazgų kolekciją. Nagrinėjant mazgą „šaltinis“, pseudokodu galime rašyti:

Kiekvienam „imtuvas“ nuo „šaltinis“.prijungimu_kolekcijos

Nagrinėti „imtuvas“

Sekantis „imtuvas“

Realizuojant projektavimo sistemos algoritmus, bus laikomasi nuostatos, kad elektros vienlinijinės schemos figūra atitinka grafo mazgą. Briaunas atitiks menamos linijos, jungiančios vieną figūrą su kita, nors brėžinyje atstumas tarp figūrų nepastebimas.

Paieškos būdai

Paieškos algoritmų realizavimas yra esminis realizuojant projektavimo sistemos darbo algoritmą ir funkcionalumą. Todėl čia nagrinėjami paieškos realizavimo būdai ir algoritmai.

Projektavimo sistemoje bus nagrinėjamos medžio tipo grafą atitinkančios elektros jėgos tinklo vienlinijinės schemos ir jas aprašantys medžio tipo grafai. Tam, kad atlikti skaičiavimus vienlinijinės schemos elementams, reikia realizuoti paieškos algoritmus formaliame medžio tipo grafo apraše. Visų paieškos algoritmų bendras bruožas yra tas, kad kiekvienas mazgas nagrinėjamas vieną kartą.

Galime išskirti du skirtingus paieškos algoritmo realizavimo būdus [6]:

- paieška gilyn,
- paieška platyn.

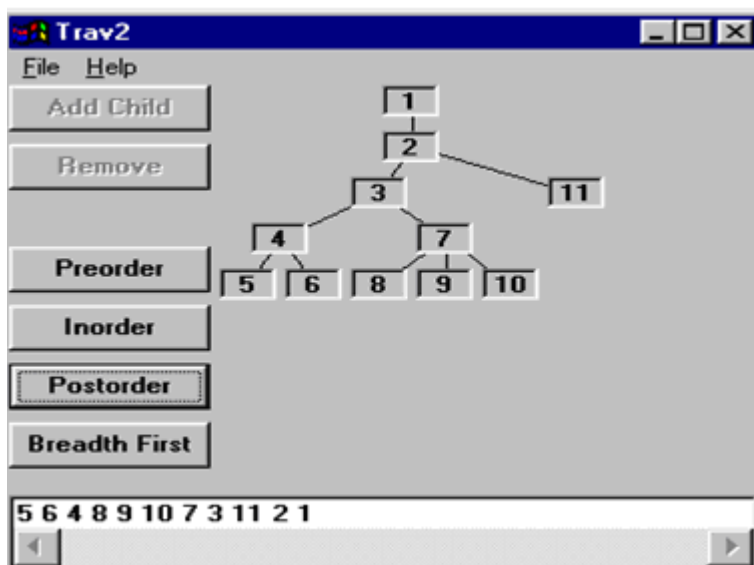
Paieška gilyn gali turėti skirtingus realizavimo variantus: tiesioginė paieška, simetrinė paieška, atvirkštinė paieška.

Projektavimo sistemoje paieškos skirtingi algoritmai realizuojami skirtinguose skaičiavimų stadijose. Vienais atvejais naudojami vieni paieškos algoritmai, kitais atvejais - kiti, priklausomai nuo vykdomos užduoties. Ieškomas optimaliausias paieškos variantas. Dažniausiai naudojamas atvirkštinės paieškos su rekursija algoritmas [6]. Vykdamt paiešką atliekami schemos elementų skaičiavimai.

Atvirkštinė paieška gilyn

Atvirkštinės paieškos gilyn su rekursija (angl. *postorder*) metu (1 pav.) aplankomos visos viršūnės. Visos viršūnės nagrinėjamos vieną kartą. 1 paveiksle demonstruojama paieškos algoritimą realizuojantis programos prototipas TRAV2 [6].

Pirmiausia surandamas medžio mazgas “lapas” – iš lapo nėra kur eiti. Nuo “lapo” pradedamas mazgų apėjimas. Paileiui nagrinėjami visi medžio “lapai”, o paskui kamieno mazgai ir pati medžio “šaknis” (1 pav.).



1 pav. Atvirkštinės paieškos gilyn algoritimą realizuojantis prototipas

Visio VBA kodo pavyzdys atvirkštinei paieškai gilyn su rekursija:

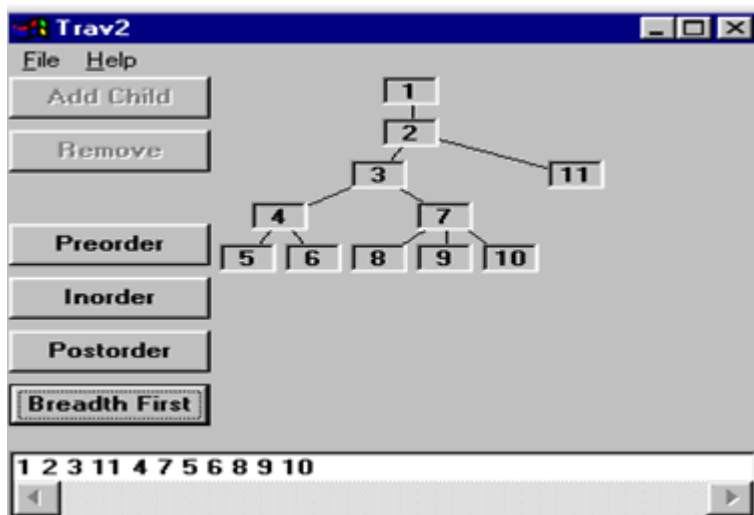
```

Sub postorder(node As Visio.Shape, P)
    'pradedama atvirkštinės paieškos gilyn paprogramė
    Dim connsColl As Visio.Connects
    'aprašomas kintamasis
    Dim connItem As Visio.Connect
    'aprašomas kintamasis
    Dim shTaget As Visio.Shape
    'aprašomas kintamasis
    For Each connItem In node.FromConnects
        'pradedamas ciklas kiekvienam sujungimui nuo mazgo node prijungimų
        Set shTaget = connItem.FromSheet
        'nustatyti, kad shTaget nuo mazgo node celės einantis sujungimas
        postorder shTaget, P
        'rekursiškai paprogramė išsikviečia pati save
    Next connItem
    'sekantis prijungimas
    P = P + node.Cells("Prop.P.Value")
    'nustatome , kad P, tai galingumas P+ mazgo savybės P reikšmės vertė
End Sub
'paprogramės pabaiga.

```

Paieška platyn

Paieška pradedama nuo medžio “šaknies” mazgo nagrinėjimo. Toliau nagrinėjami visi mazgai, kurie buvo gretimi prieš tai nagrinėtam mazgui (2 pav.).



2 pav. paieškos platyn algoritmą realizuojančio prototipo demonstravimas

Paieškos platyn Visio VBA kodo realizacija:

Sub platyn(shRoot As Visio.Shape, P) 'paieška platyn

'aprašomi kintamieji:

Dim connItem As Visio.Connect

Dim shTaget As Visio.Shape

Dim shNode As Visio.Shape

Dim queue As New Collection 'sukuriame kolekciją paremta eile

queue.Add shRoot ' į kolekciją įtraukiame šaltinį

Do While queue.Count > 0 'ciklą tesime , kol eilė nebus tuščia

Set shNode = queue.Item(1) 'narinėsime pirmąjį kolekcijos mazgą

queue.Remove 1 'iš eilės pašalinsime pirmąjį kolekcijos elementą

P = P + shNode.Cells("Prop.P.Value")

'nustatome , kad P, tai galingumas P+ mazgo savybės P reikšmės vertė

For Each connItem In shNode.FromConnects

'kiekvienam sujungimui nuo mazgo node nueinančių sujungimų

Set shTaget = connItem.FromSheet

'nustatyti, kad nagrinėjama figūra shTaget nuo mazgo shNode, yra prijungta

queue.Add shTaget ' į eilę įtraukti ShTaget

Next connItem

'sekanti prijungta figūra

Loop

'pabaigti ciklą

End Sub

'pabaigti paprogramę.

6 PRIEDAS. EJLPS pseudokodas

1. Pradėti darbą

2. Sukuriant naują arba kai atveriamas esantis EJLPS dokumentas, sukurti naują Visio meniu punktą *Projektavimas* su papildomais meniu *Atlikti skaičiavimus*, *Apskaičiuoti kondensatorių*, *sukurti Excel žiniaraštį*. Kartu sukurti klasės modulio *Ivykis* naują objektą.
3. Susieti meniu komandas su jas realizuojančiomis paprogramėmis:
 - 3.1. Susieti meniu komanda *Atlikti skaičiavimus* su paprograme *Skaičiuoti*, atliekančia skaičiavimo proceso valdymą, jei ji aktyvuota pereiti į 11 punktą.
 - 3.2. Susieti meniu komanda *Apskaičiuoti kondensatorių* su paprograme *Kondensatorius*, jei ji aktyvuota pereiti į 27 punktą.
 - 3.3. Susieti meniu komanda *Sukurti Excel ziniaraštį* su paprograme *EksportasiExcel*, jei ji aktyvuota pereiti į 34 punktą.
4. Braižyti vienlinijinę schemą, kartu įvedant pradinis duomenis į figūros savybių formą.
5. Klasės modulyje *Ivykis* sukurti objektą, kuris tikrintų figūrų tarpusavio sujungimų korektiškumą. Jei jungimas neleistinas, išduotų pranešimą apie nekorektišką figūrų jungimą ir panaikintų blogai jungiamą figūrą. Tikrintų, kad figūra „Šaltinis“ negalėtų jungtis su kitomis figūromis; „Apsauga“ negalėtų jungtis su „Apsauga“, „Imtuvu“; „Imtuvas“ negalėtų jungtis su „Šaltiniu“, „Imtuvu“; „Šina“ negalėtų jungtis su „Šina“, „Imtuvu“, „Šaltiniu“; „Linija“ negalėtų jungtis su „Šaltiniu“, „Linija“.
6. Išduoti klaidos pranešimą, jei į linijos savybių formos linijos ilgio įvedimo langelį įvedamas ne skaičius, o nulis arba neigiamas skaičius. (Iškviesti paprogramę *Klaida*).
7. Tikrinti ar aktyvuotas nors vienas meniu punktas. Jei aktyvuotas, pereiti į 3 punktą.
8. Ar tęsti darbą su Visio dokumentu? Jei taip, tai pereiti į 4 punktą.
9. Uždaryti Visio dokumentą jį išsaugant arba sunaikinant. Uždarant dokumentą sunaikinti klasės *Ivykis* objektą.
10. **Baigti darbą.**
11. Modulio „Skaičiavimai“ paprogramės „Skaiciuoti“ pradžia.
12. Tikrinama, ar yra brėžinyje šaltinis (paprogramė „saltinis“). Tikrinimo metu peržiūrimos visos Visio dokumento figūros. Radus „Šaltinį“, paieška nutraukiama. Jei „Šaltinio“ nėra, pereiname į 13 punktą, jei „Šaltinis“ rastas – 14 punktą.
13. Išduoti pranešimą „Šaltinis nerastas!“, nutraukti skaičiavimus, pereiti į 8 punktą.
14. Tikrinti, ar prie šaltinio prijungtoje grandinėje yra nors vienas imtuvas (paprogramė „prie_saltinio_imtuvas“). Jei rastas prijungtas „Imtuvas“, pereiti į 16 punktą.
15. Išduoti pranešimą „Prie šaltinio nėra prijungtų imtuvų!“, nutraukti skaičiavimus, pereiti į 8 punktą.

16. „Apnulinti“ tarpinių kintamųjų reikšmes (paprogramė „apvalymas“).
17. Vykdamt paiešką gilyn su rekursija surasti pareikalaujamus galingumus linijų šakose (paprogramė „postorder2“).
 - 17.1. Nustatyti instaliuotą galią.
 - 17.2. Nustatyti skaičiuojamąją aktyvinę galią.
 - 17.3. Nustatyti skaičiuojamąją reaktyviają galią.
 - 17.4. Nustatyti skaičiuojamąją pilnutinę galią.
 - 17.5. Tikrinti, ar aplankyti visi grafo mazgai. Jei dar ne, sugrįžti į 17 punktą.
18. Nustatyti šaltinio galingumą.
19. Parinkti transformatoriaus galingumą iš reikšmių sekos (funkcija „parinkti_transformatoriu“) arba apskaičiuoti vidinę šaltinio varžą, jei figūra yra elektros paskirstymo skydas.
20. Vykdamt paiešką gilyn surasti šakų sroves (paprogramė „srove“). Skaičiuojant sroves kartu parinkti ir skerspjūvius.
 - 20.1. Patikrinti, ar figūra yra „Linija“? Jei taip, tai pereiti toliau, jei ne- pereiti į 20.4 žingsnį.
 - 20.2. Vykdyti „skersmuo_terminis“ paprogramę, kuri randa skerspjūvius pagal išilimo temperatūrą.
 - 20.2.1. Rasti terminį pataisos koeficientą, įvertinantį gyslos išilimo ir aplinkos temperatūras (funkcija „patkoeficientas“).
 - 20.2.2. Rasti linijų skerspjūvį pagal lentelę (funkcija „surasti_skerspjuvi_pagal_lentele“).
 - 20.3. Rasti linijų skerspjūvį pagal įtampos kritimą nuo darbo srovės (paprogramė „skerspjuvispagalitkritima“).
 - 20.3.1. Parinkti skerspjūvio vardinę vertę iš reikšmių sekos (funkcija „skerspjuvisissekos“).
 - 20.4. Patikrinti, ar aplankytos visos grafo viršūnės. Jei ne, sugrįžti į 20 punktą.
21. Vykdamt paiešką gilyn, rasti įjungimo arba dar vadinamas paleidimo sroves (paprogramė „paleidimosrove“).
22. Vykdamt paiešką gilyn, rasti linijų skerspjūvius pagal įtampos kritimą nuo įjungimo srovės (paprogramė „itkritnuopalsroves_skerspju“).
 - 22.1. Patikrinti, ar nagrinėjama figūra yra „Linija“? Jei ne „Linija“, pereiti į 22.4 punktą.
 - 22.2. Surasti skerspjūvį pagal įtampos kritimą (paprogramė „skerspjuvispagalitkritima“).
 - 22.3. Parinkti skerspjūvio vardinę vertę iš reikšmių sekos (funkcija „skerspjuvisissekos“).
 - 22.4. Ar peržiūrėti visi grafo mazgai? Jei ne, sugrįžti į 22 punktą.
23. Vykdamt paiešką gilyn, parinkti apsaugas (paprogramė „apsaugosparinkimas“).
 - 23.1. Patikrinti, ar nagrinėjamas mazgas yra „Apsauga“? Jei ne, pereiti į 23.3 punktą.
 - 23.2. Parinkti apsaugą iš reikšmių sekos (funkcija „parinkti_apsauga_is_sekos“).
 - 23.3. Ar peržiūrėti visi grafo mazgai? Jei ne, sugrįžti į 23 punktą.

24. Vykdamt paiešką platyn, surasti trumpo jungimo sroves (paprogramė „trjungsroves“ su rekursija). Paieška pradedama nuo „Šaltinio“, ir jos metu sumuojamos tinklo elementų vidinės varžos.
 - 24.1. Surasti trumpo jungimo srovę konkrečiame elemente (paprogramė „iTrjungimo“).
 - 24.2. Paiešką vykdyti tol, kol bus aplankyti visi grafo mazgai. Jai dar liko neaplankytų mazgų, pereiti į 24 punktą.
25. Į „Šaltinio“ figūros kintamąjį įrašyti, kad skaičiavimai atlikti.
26. Pabaigti paprograme „Skaiciuoti“. Pereiti į 8 punktą.
27. Modulio „Kondensatorius“ – paprogramės „Kondensatorius“ pradžia.
28. Surasti figūrą „Šaltinis“ (paprogramė „saltinis“). Jei figūra nerasta, pereiti į 29 punktą, kitu atveju – į 30 punktą.
29. Išduoti pranešimą „Šaltinis nerastas!“. Pereiti į 33 žingsnį.
30. Patikrinti, ar figūros „Šaltinis“ kintamasis rodo, kad skaičiavimai atlikti. Jei skaičiavimai neatlikti, pereiti į 31 punktą, kitu atveju – į 32 punktą.
31. Išduoti pranešimą „Pirmiausiai atlikite skaičiavimus!“. Pereiti į 33 punktą.
32. Apskaiciuoti kondensatorių ir išduoti parnešimą apie jo talpą.
33. Baigti paprogramės „Kondensatorius“ darbą. Pereiti į 8 punktą.
34. Modulio „eksportuotiExcel“ – paprogramės „EksportuotasiExcel“ pradžia.
35. Surasti figūrą „Šaltinis“ (paprogramė „saltinis“). Jei figūra nerasta, pereiti į 36 punktą, kitu atveju – į 37 punktą.
36. Išduoti pranešimą „Šaltinis nerastas!“. Pereiti į 40 punktą.
37. Patikrinti, ar figūros „Šaltinis“ kintamasis rodo, kad skaičiavimai atlikti. Jei skaičiavimai neatlikti, pereiti į 38 punktą, kitu atveju – į 39 punktą.
38. Išduoti pranešimą „Pirmiausiai atlikite skaičiavimus!“. Pereiti į 40 punktą.

39. Pradėti paiešką gilyn nuo šaltinio.

39.1. Tikrinti, ar nagrinėjamas mazgas yra apsauga. Jei taip, tai pereiti į 39.2 punktą, jei ne – į 39.3 punktą.

39.2. Iškviesti paprogramę „apsaugos“, kuri atlieka Visio brėžinio apsaugų specifikaciją Excel formato dokumente.

39.2.1. Patikrinti, ar tokio tipo apsauga jau yra Excel žiniaraštyje. Jei taip, pereiti į 39.2.3 punktą, jei ne – į 39.2.2 punktą.

39.2.2. Padaryti naują įrašą žiniaraštyje. Tokio tipo apsaugos kiekio skaičių nustatyti lygiu vienetui. Pereiti į 39.5 punktą.

39.2.3. To pačio tipo pasaugos skaičių, nurodytą Excel dokumente, padidinti vienetu. Pereiti į 39.5 punktą.

39.3. Tikrinti, ar nagrinėjamas mazgas yra linija. Jei taip, tai pereiti į 39.4 punktą, jei ne – į 39.5 punktą.

39.4. Iškviesti paprogramę „linijos“, kuri atlieka Visio brėžinio linijų specifikaciją Excel formato dokumente.

39.4.1. Patikrinti, ar tokio tipo linija jau yra Excel žiniaraštyje? Jei taip, pereiti į 39.4.3 punktą, jei ne – į 39.4.2 punktą.

39.4.2. Padaryti naują įrašą žiniaraštyje. Pereiti į 39.5 punktą.

39.4.3. Pridėti nagrinėjamos linijos ilgį prie to pačio tipo linijos Excel dokumente.

39.5. Ar patikrinti visi mazgai? Jei ne, pereiti į 39 punktą.

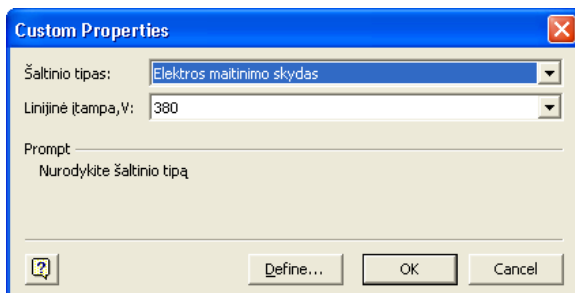
40. Baigti paprogramės „EksportuotiExcel“ darbą. Pereiti į 8 punktą.

7 PRIEDAS. EJLPS taikymo pavyzdžiai

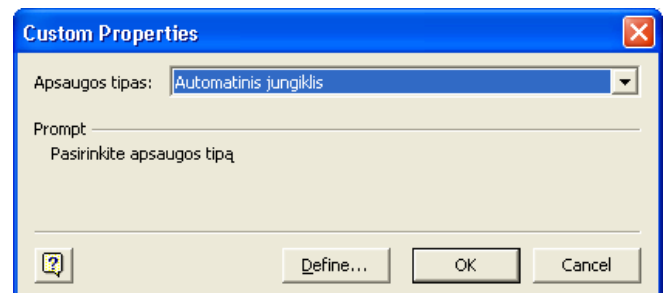
1 pavyzdys

Šis pavyzdys demonstruoja, kaip parenkama elektros linija ir linijos apsauga pajungiant buitinę elektros viryklę.

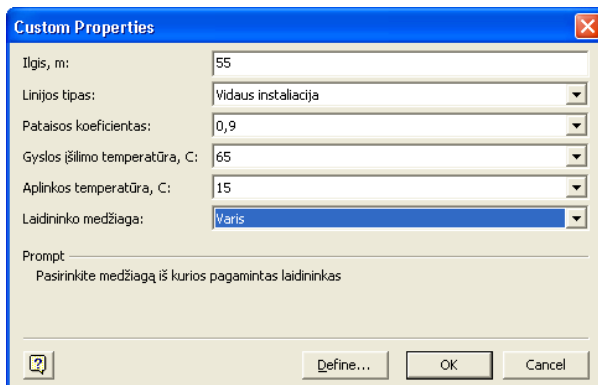
Įvedamas pradines reikšmes demonstruoja 1-4 paveikslai.



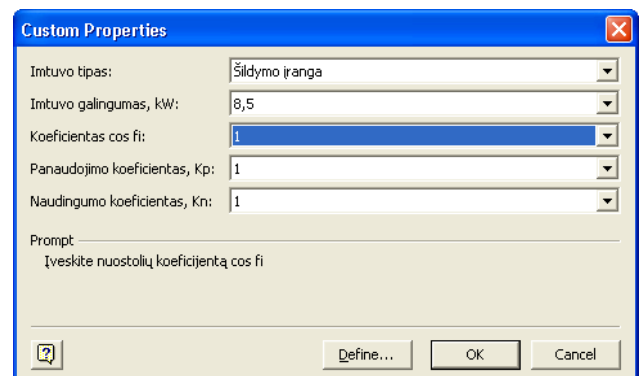
1 pav. Šaltinio pradiniai duomenys



2 pav. Apsaugos pradiniai duomenys



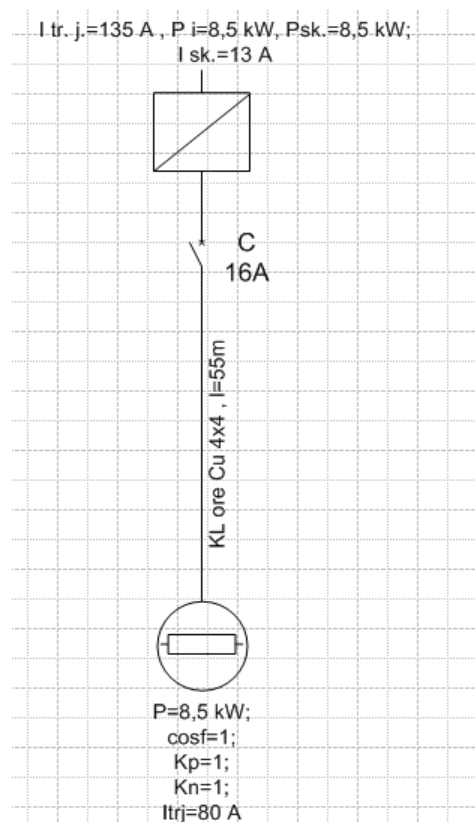
3 pav. Linijos pradiniai duomenys



4 pav. Elektrinės viryklės pradiniai duomenys

Atlikus paskaičiavimus, gautas rezultatas pateiktas 5 paveiksle. EJLPS sugeneruotos specifikacijos pateiktos 6-7 paveiksle.

Skaičiavimais nustatėme, kad elektros viryklės pajungimui reikės varinių gyslų kabelio, kurio skersmuo ne mažesnis nei $4 \times 4 \text{ mm}^2$, o linijai apsaugoti reikalingas trifazio tinklo automatinis jungiklis su 16A vardine srove ir „C“ charakteristika.



5 pav. Elektros viryklės pajungimo vienlinijinė schema

1 lentelė

Elektros viryklės pajungimo apsaugų specifikacija

Apsaugos :			
Tipas, 3 fazių:	Charakteristika:	Srove, A :	Kiekis, vnt :
"Automatinis jungiklis"	1	16	1
Pastaba: charakteristiką suprasti taip: 0 - nenurodyta, 1 - C, 2 - D, 3 - gG.			
Linijų specifikaciją žiūrėti excel dokumente Sheet2!			

2 lentelė

Elektros viryklės pajungimo linijų specifikacija

Linijos :			
Linijos tipas:	Medžiaga:	Skerspjūvis, 4x :	Ilgis, m :
"Vidaus instaliacija"	"Varis"	4	55

2 pavyzdys

Šiame pavyzdyje pateikiama vienlinijinė schema su dideliu figūrų skaičiumi. EJLPS skaičiavimus joje atlieka sklandžiai, apskaičiuoja linijų skerspjūvius ir apsaugų nominalus (6 pav.). EJLPS automatiškai sudarytos specifikacijos pateiktos 3-4 lentelėje. Reaktyviaja galią kompensuojančio kondensatoriaus talpa pateikta 7 paveiksle.

3 lentelė

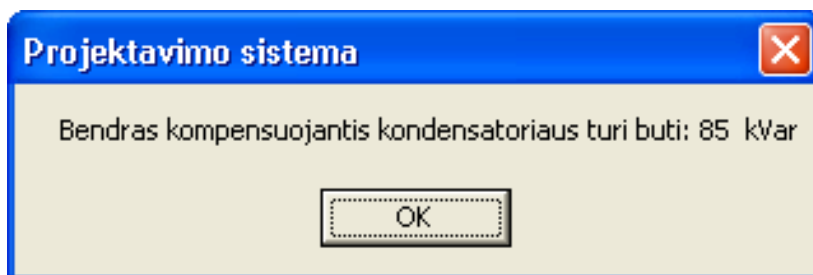
Schemas su dideliu figūrų skaičiumi apsaugų specifikacija

Apsaugos :			
Tipas, 3 fazių:	Charakteristika:	Srove, A :	Kiekis, vnt :
"Saugiklis"	3	630	1
"Automatinis jungiklis"	1	32	1
"Automatinis jungiklis"	2	10	10
"Automatinis jungiklis"	2	13	1
"Automatinis jungiklis"	1	10	24
"Automatinis jungiklis"	1	20	1
"Automatinis jungiklis"	2	25	1
"Kirtiklis"	0	20	1
"Automatinis jungiklis"	1	50	1
"Termo relė"	0	10	3
"Automatinis jungiklis"	1	16	2
"Kirtiklis"	0	10	3
Pastaba: charakteristiką suprasti taip: 0 - nenurodyta, 1 - C, 2 - D, 3 - gG.			
Linijų specifikaciją žiūrėti excel dokumente Sheet2!			

4 lentelė

Schemas su dideliu figūrų skaičiumi linijų specifikacija

Linijos :			
Linijos tipas:	Medžiaga:	Skerspjūvis, 4x :	Ilgis, m :
"Kabelinė linija žemėje"	"Aliuminis"	185	50
"Kabelinė linija ore"	"Varis"	70	1
"Kabelinė linija ore"	"Varis"	50	1
"Kabelinė linija ore"	"Aliuminis"	2,5	310
"Vidaus instaliacija"	"Varis"	1,5	128
"Oro linija izoliuotais laidais"	"Aliuminis"	16	539
"Kabelinė linija ore"	"Aliuminis"	4	10
"Kabelinė linija ore"	"Aliuminis"	6	10
"Kabelinė linija ore"	"Aliuminis"	10	10
"Kabelinė linija ore"	"Varis"	25	1
"Kabelinė linija ore"	"Varis"	10	1
"Vidaus instaliacija"	"Varis"	16	300
"Kabelinė linija ore"	"Varis"	6	1



7 pav. EJLPS parnešimas, nurodantis reaktyviają galią kompensuojančio transformatoriaus talpą