



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
PRAKTINĖS INFORMATIKOS KATEDRA

Mindaugas Bučelis

Tiesioginio matomumo zonų nustatymo programos
sudarymas ir tyrimas

Magistro darbas

Darbo vadovas
doc. A.Šimaitis

Kaunas
2005



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
PRAKTINĖS INFORMATIKOS KATEDRA

TVIRTINU:
Katedros vedėjas
doc.dr. D.Rubliauskas

2005-01-11

Tiesioginio matavimo zonų nustatymo
programos sudarymas ir tyrimas

Informatikos magistro baigiamasis darbas

Vadovas
doc. A.Šimaitis
2005-01-10

Recenzentas Atliko
doc. dr. D.Mažeika
2004-12-28

IFM - 2 gr. stud.
M.Bučelis
2005-01-10

KAUNAS
2005

KVALIFIKACINĖ KOMISIJA

Pirmininkas: Raimundas Stulpinas, UAB „Strauja“ generalinis direktorius;

Sekretorius: Antanas Lenkevičius, docentas;

Nariai: Rimantas Butleris, docentas,
Valentinas Kiauleikis, docentas,
Jonas Kazimieras Matickas, docentas,
Bronius Paradauskas, docentas,
Dalius Rubliauskas, docentas,
Aleksandras Targamadžė, profesorius.

Summary

Spatial visibility detection

Geographic Information System (GIS) developers come across number of various tasks and the computers using the specialized software might ease the solution. One of them is detection of direct spatial visibility. The essence of this task is to check if one spatial point can be seen from a given position. Research point's altitude, coordinates and the information about the objects in surrounding are given. Spatial visibility may not exist if there are objects intersecting the ray from the viewpoint to researched point. Intersecting objects may be buildings, roughness of surface as well as trees and other higher object in area. Detection of direct spatial visibility is essential for transmission of high and medium frequency radio waves or optical signals.

To fulfill this task the program will be developed with which assistance the zones of direct spatial visibility can be obtained. The possibility to work with several viewpoints also should be provided. The program would help to find out the heights, positions and quantity of the transmitter aeriels to optimize the visible area.

Initial data is the altitudes of buildings and surface in researched area. The data is given in text files created by Arc/Info system.

Turinys

ĮŽANGA.....	5
1 BENDROJI DALIS	8
1.1 ESAMA PROGRAMINĖ ĮRANGA	8
1.2 DUOMENŲ SAUGOJIMO FORMATAI	13
1.2.1 VRML ir X3D.....	13
1.2.2 X duomenų saugojimo formatas.....	14
2 TIRIAMOJI DALIS	16
2.1 KŪRIMO CIKLAS	17
2.2 REIKALAVIMŲ IŠGAVIMO PLANAS	17
2.2.1 Vartotojo reikalavimai.....	18
2.2.2 Nefunkciniai reikalavimai.....	19
2.2.3 Prototipai.....	20
2.3 SISTEMOS SPECIFIKACIJA	21
2.4 SISTEMOS REIKALAVIMŲ SPECIFIKACIJA	21
2.4.1 Sistemos struktūros specifikacija.....	24
2.4.2 Duomenų srautų specifikacija.....	25
2.4.3 Duomenų būsenų diagrama	26
2.4.4 Objektinio modelio specifikacija.....	28
2.4.5 Vartotojo sąsajos specifikacija	30
2.5 PROJEKTO GRAFIKŲ IR IŠLAIDŲ PLANAS.....	31
2.6 RIZIKOS ĮVERTINIMO IR MAŽINIMO PLANAS.....	31
2.6.1 Integruotų objektų testavimo pagal scenarijus planas.....	33
2.7 SISTEMOS VYSTYMO PLANAS	35
2.8 VARTOTOJO DOKUMENTACIJA.....	36
2.9 PRODUKTO KOKYBĖS ĮVERTINIMAS	46
IŠVADOS	47
LITERATŪRA.....	48
TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS.....	49
PRIEDAI.....	50

IŽANGA

Šiame įvade trumpai apžvelgsiu kartografijos raidą užsienyje ir Lietuvoje paskutiniaisiais XX a. dešimtmečiais tais aspektais, kurie yra svarbiausi šiuolaikinio informacijos modeliavimo požiūriu ir be kurių dabar neįsivaizduojamas didelių kartografinių darbų organizavimas: teminės kartografijos duomenų modelio vystymasis bei informacinės sistemos procesai ir jų valdymas skirtingose informacinės sistemos vystymosi stadijose. Remiantis istorine analize, pabandysiu apibrėžti pagrindines teminės kartografijos, suprantamos kaip materialios sudėtingos sistemos, kaupiančios, saugančios, transformuojančios, naudojančios ir platinančios geografinę informaciją, vystymosi ateityje tendencijas.

Pavadinimas	Savaiminės informacinės sistemos periodas	Kompiuterizacijos periodas	Integracijos periodas
Laikotarpis	Iki XX a. vidurio	~1960 –1990 JAV po 1970m. Vakarų Europoje po1990m. Lietuvoje	~1990 JAV 1997–1999 Vakarų Europoje
Trumpas apibūdinimas	Savaiminio informacinės sistemos formavimosi laikotarpis. Dideli teritoriniai skirtumai.	Informacinių sistemų kūrimo laikotarpis. Bendros IS sampratos formavimasis.	Informacijos krizės laikotarpis (naujos stadijos pradžia). Naujų koncepcijų paieškos.
IS vystymosi prielaidos	Kartografijos peraugimas iš individualios į kompleksinio pobūdžio veiklą. Moksliniai tyrimai, naujų technologijų atsiradimas ir vystymasis.	Skaitmeninės technologijos. Didelės apimties geografinės informacijos kaupimo ir valdymo automatizavimas. Pasaulinių sistemų kūrimas.	PC masinis prieinamumas. Didėjantis informacijos poreikis.
Pagrindiniai akcentai	Automatizavimas.	Metodologija, technologija, darbų organizavimas.	Sistemų projektavimas ir valdymas. Kokybės valdymas. Orientacija į naudotoją.
Krizės priežastys	Informacijos apimtis ir įvairovė.	Sistemų sudėtingumas. Standartizavimas.	Dar neaiškios.

Sprendimo būdas	Skaitmeninės technologijos ir duomenų modeliavimas.	Informacijos modeliavimas. Nauji analizės ir projektavimo metodai.	Informacijos modeliavimas. Nauji analizės ir projektavimo metodai.
-----------------	---	--	--

Vartotojo poreikiai yra visa tai, kas turi būti atrasta ir apdorota prieš pradedant kurti informacijos sistemą (IS). Yra apskaičiuota, kad iki 60% klaidų programinės įrangos produktuose padaroma dėl to, kad kuriančios kompanijos padarė klaidų poreikių analizės ir specifikavimo etapuose.

Klaidų, kurios padarytos poreikių surinkimo ir specifikavimo etapo metu, ištaisymo savikaina yra aukštesnė, nei vartotojo sąsajos ar kodo klaidų ištaisyimas. Boeham savo ataskaitoje teigia, kad didelėse sistemose dėl poreikių specifikavimo etape atliktų klaidų, gali tekti perrašyti iki 95% programos kodo. Todėl šis IS kūrimo etapas yra bene vienas svarbiausių ir reikalaujantis gero pasirengimo, kad užtikrintų tolesnį sistemos gyvavimo ciklą.

Geografinių informacinių sistemų (GIS) kūrėjai susiduria su įvairiais uždaviniais, kurių sprendimą gali labai palengvinti kompiuteriai su specialia programine įranga. Vienas iš tokių uždavinių yra tiesioginio matomumo nustatymas. Uždavinio esmė yra atsakyti į klausimą, ar vienas taškas yra tiesiogiai matomas iš kito taško, kai yra duoti taškų aukščiai ir koordinatės bei informacija apie objektus, esančius tiriamoje teritorijoje. Tiesioginio matomumo gali nebūti jei yra objektų, esančių aukščiau už tiesę, nubrėžtą tarp tiriamų taškų. Užstoti gali pastatai, reljefo nelygumai, taip pat medžiai ar kiti didesni objektai.

Nustačius tiesioginį matomumą tarp stebėjimo taško ir teritorijos aukščius nusakančių taškų, reikiamu tikslumu, galima sudaryti planą ir jame nurodyti matomumo zonas. Galima stebėti, kaip jos kinta, keičiant stebėjimo taško koordinatas ar aukštį.

Uždavinį galima išplėsti, naudojant ne vieną stebėjimo tašką, o kelis. Tokiu būdu galima sudaryti optimalų stebėjimo taškų tinklą, kad būtų pasiekiamas maksimalus teritorijos plotas ar norimos teritorijos dalys.

Tiesioginio matomumo nustatymas yra aktualus:

- Televizijos ir radijo transliuotojams;
- Bevielio (mobiliojo) ryšio paslaugų tiekėjams;
- Bevielio interneto paslaugų tiekėjams;
- Kitų radijo ryšio paslaugų tiekėjams;
- Architektams ar projektuotojams.

Detalus teritorijos tyrimas leistų palengvinti siųstuvų ar imtuvų antenų išdėstymą, aukščių parinkimą. Tai turėtų įtakos bendriems miestų planams, pastatų struktūriniams išdėstymams.

Šį uždavinį galima naudoti, tiriant, kaip nauji aukšti pastatai įtakos teritorijos vaizdą, kuria kryptimi kris jų šešėlis. Ar netgi tokiose srityse, kaip pramogų planavimas, norint nustatyti, kuriose vietose bus matomi fejerverkai ar aviacijos šventės dalyvių pasirodymai.

Darbe buvo nuspręsta kurti ir ištirti tiesioginio matomumo zonų nustatymo programinę įrangą, kuriai buvo paruoštas projektas:

- Atlikta išsami esamos programinės įrangos analizė, išskirti jos privalumai ir trūkumai;
- Išanalizuoti vartotojo reikalavimai bei išskirti funkciniai reikalavimai;
- Sukurta visa eilė prototipų papildomiems programos funkciniais ir nefunkciniais reikalavimams išsiaiškinti;
- Sudarytas programinės įrangos architektūrinis modelis;
- Pagal išskirtas posistemes buvo sudarytos programos klasių struktūros ir nustatyti jų tarpusavio ryšiai;
- Išskirtos galimos duomenų struktūros;
- Sudarytas projekto atlikimo grafikas;
- Nustatytos projekto rizikos ir jų išvengimo priemonės;
- Sukurta vartotojo sąsaja. Jai sukurti naudoti prototipai ir esamos programinės įrangos analizės medžiaga;
- Sudarytas sistemos testavimo planas ir nustatyti būdai jam realizuoti;
- Parašyta vartotojo dokumentacija, susidedanti iš sekančių dalių: programinės įrangos paskirties aprašymo, detalaus sistemos aprašymo, modelio sukūrimo sekos aprašymo ir sistemos įdiegimo aprašymo.

1 Bendroji dalis

Pagrindinis darbo uždavinys: sudaryti programą, kurios pagalba būtų galima nustatyti tiesioginio matomumo zonas vietovėje, iš nurodyto taško. Išnagrinėti galimybes ir, esant nedidelėms programavimo sąnaudoms, nustatyti tiesioginio matomumo zonas. Programa padėtų nustatyti: kiek, kokio aukščio ir kokiose vietose reikėtų statyti stebėjimo taškus, kad jos apimtų optimalų teritorijos plotą, taip pat patartų konkrečioje vietoje kokio aukščio ir pločio pastatus galima statyti.

Pradiniai duomenys – žemės paviršiaus ir pastatų aukščiai duotoje teritorijoje. Duomenys pateikiami tekstinėse bylose, kurie sukuriama Arc/Info sistemos pagalba. Bylose pateiktas trimatis vietovės modelis – aukščių matrica su fiksuotu x ir y koordinatų žingsniu. Duomenis skaityti iš duomenų bylų į kompiuterio atmintį.

Sukurti patogią vartotojo sąsają, kuri leistų nesudėtingai keisti stebėjimo taško padėtį, greitai ir lengvai pasiekti kitas programos funkcijas. Tyrimo rezultatus vaizduoti grafiškai.

Programą testuoti ir pateikti programos vykdymo laiko priklausomybę nuo duomenų apimties.

1.1 Esama programinė įranga

Tam, kad galėtume kurti programinės įrangos projektą, pirmiausiai turime išsianalizuoti jau esamą PL, ištirti jos privalumus, trūkumus bei galimybes.

Žemiau pateikiami kelių profesionalių ir paprastesnių panašaus tipo bei daugiau ar mažiau analoginių programinių paketų trumpi aprašymai, parodant pagrindinius jų privalumus ir trūkumus :

AutoCAD

Gamintojas: Autodesk.

Operacinė sistema: Win9x, WinNT, Win2000, WinME, WinXP.

Palaikomi bylų formatai: 3Dstudio (*.3ds), AutoCAD (*.dxf, *.dwg) ir kiti.

Aprašymas:

Profesionaliems projektuotojams skirta projektavimo sistema. Sistema leidžia sukurti modelius norimu tikslumu su matmenimis (vienetai: m, mm, coliai, pikseliai ir kiti). Leidžia nubraižyti tikslus kuriamų objektų brėžinius. Objektai kuriami iš grafinių primityvų: 2D – tiesės, apskritimai, elipsės, lankai ir kt.; 3D- kubai, sferos, cilindrai, piramidės ir kt. (1).

Sistemos privalumai ir galimybės:

- Tikslus brėžinių braižymas (nurodant matmenis ir pan.);
- Sluoksninis braižymas (*layers*);
- Kuriamų modelių erdvinis perspektyvinis, izometrinis, XY,YZ,ZX plokštumų vaizdas;
- Objektų erdvinis vaizdavimas, naudojant permatomą vaizdą (*wireframe*), paslepiant nematomas plokštumas, padengiant objektą spalvomis (*faceted*), naudojant erdvinį apšvietimą (*flat shaded, gouroud shaded*);
- Objektų padengimas raštais;
- Aplinkos atmosferiniai efektai.

Sistemos trūkumai:

- Vartotojui pakankamai sudėtinga sistema;
- Didelė sistemos kaina.

3D Studio Max

Gamintojas: Kinetix.

Operacinė sistema: Win9x, WinNT, Win2000, WinME, WinXP.

Palaikomi bylų formatai: 3Dstudio, AutoCAD, VRML, Adobe Ilustrator (AI), STL, SHP, ASCII. AVI, BMP, JPEG, FLI, FLC ir kt.

Aprašymas:

Ši sistema skirta erdvinio vaizdo foto-realistiniam modeliavimui. Naudojant sistemą galima sumodeliuoti įvairius erdvinis objektus. Tam skirta didelė modifikavimo priemonių gama. Ja taip pat galima kurti erdvinio vaizdo animacinius filmus. Patogi vartotojo sąsaja leidžia greitai ir patogiai kurti erdvinis objektus, juos modifikuoti ir pan. (2).

Sistemos privalumai ir galimybės:

- Patogus ir interaktyvus objektų kūrimas bei modifikavimas;
- Didelis objekto modifikavimo, transformavimo priemonių (*modifiers*) skaičius;
- Kuriamų modelių erdvinis perspektyvinis, XY,YZ,ZX plokštumų vaizdas. Keičiamas darbo sričių išdėstymas;
- Objektų erdvinis vaizdavimas, naudojant permatomą vaizdą (*wireframe*), padengiant objektą spalvomis (*faceted*), naudojant erdvinį apšvietimą (*flat shaded, gouroud shaded*);

- Didelis tekstūrų apdorojimo priemonių skaičius: cilindrinis, sferinis, planarinis tekstūrų uždėjimo metodai; tekstūrų, tekstūrų efektų redagavimo priemonės;
- Interaktyvi animacijos kūrimo sistema;
- NURBS – paviršių kūrimo sistema;
- Aplinkos efektai: rūkas, šviesa, dalelės – dūmai, sniegas, lietus ir kt.

Sistemos trūkumai:

- Vartotojui pakankamai sudėtinga sistema;
- Didelė sistemos kaina;
- Dažniausiai pritaikyta erdvinių foto-realistinių vaizdų kūrimui bei animacijai.

Maya

Gamintojas: Alias.

Operacinė sistema: Win9x, WinNT, Win2000, WinME, WinXP, Linux.

Palaikomi bylų formatai: Maya, Adobe Illustrator (AI), Adobe Photoshop, STL, SHP, ASCII, AVI, BMP, JPEG, FLI, FLC ir kt.

Aprašymas:

Ši sistema, kaip ir 3D Studio max, yra skirta erdvinio vaizdo foto-realistiniam modeliavimui. Naudojant sistemą galima sumodeliuoti įvairius erdvinius objektus. Tam skirta didelė modifikavimo priemonių gama. Ja taip pat galima kurti erdvinio vaizdo animacinius filmus. Patogi vartotojo sąsaja leidžia greitai ir patogiai kurti erdvinius objektus, juos modifikuoti ir pan. (3).

Visi sistemos privalumai ir trūkumai yra tokie patys kaip ir 3D Studio Max.

LightWave

Gamintojas: NewTek.

Operacinė sistema: Win9x, WinNT, Win2000, WinME, WinXP, MacOS.

Palaikomi bylų formatai: Lightwave, AVI, MOV, ir kiti.

Aprašymas:

Ši sistema savo paskirtimi panaši į 3D Studio Max erdvinio vaizdo modeliavimo sistemą. Joje būtų galima išskirti du modulius: objektų modeliavimo ir objektų animacijos. Objektų modeliavimo modulis skirtas erdvinių objektų kūrimui, jų modifikavimui, transformavimui. Ši sistema pasižymi puikiais šviesos modeliavimo efektais bei foto-realistiniu gaunamų scenų vaizdu (4).

Sistemos privalumai ir galimybės:

- Lankstus erdvinių vaizdų modeliavimas;
- Patogus tiesioginis daugiakampių, kraštinių viršūnių valdymas. Skeletinių struktūrų kūrimo įrankiai;
- Animacija, inversinė kinematika;
- Nemažas objekto modifikavimo, transformavimo priemonių (*modifiers*) skaičius;
- Kuriamų modelių erdvinis perspektyvinis, XY,YZ,ZX plokštumų vaizdas. Keičiamas darbo sričių išdėstymas;
- Objektų erdvinis vaizdavimas, naudojant permatomą vaizdą (*wireframe*), padengiant objektą spalvomis (*faceted*), naudojant erdvinį apšvietimą (*flat shaded, gouroud shaded*). Tekstūra padengto objekto peržiūra;
- Atmosferinių dalelių modeliavimas, šviesos, ugnies ir kitų efektų kūrimas;
- Atskiri animuoti kanalai, animuojami paviršių atributai, tikslus ir greitas šviesos atspindžių vaizdavimas (*rendering*);
- Interaktyvi animacijos kūrimo sistema;
- NURBS – paviršių kūrimo sistema;
- Aplinkos efektai: rūkas, šviesa, dalelės – dūmai, sniegas, lietus ir kt.

Sistemos trūkumai:

- Vartotojui pakankamai sudėtinga sistema;
- Didelė sistemos kaina;
- Daugiausia pritaikyta erdvinių foto-realistinių vaizdų kūrimui bei animacijai.

RealSoft3D

Gamintojas: RealSoft.

Operacinė sistema: Win9x, WinNT, Win2000, WinME, WinXP.

Palaikomi bylų formatai: RalSoft3D, Direct3D, AVI, BMP, JPEG, TGA ir kt.

Aprašymas:

Kaip ir anksčiau minėtos sistemos ši sistema taip pat skirta erdvinių vaizdų modeliavimui, foto-realistiniam vaizdavimui bei animavimui, tačiau kartu turi tik jai būdingų specifinių galimybių (5).

Sistemos privalumai ir galimybės:

- Labai lanksti ir lengvai keičiama vartotojo sąsaja;
- 64 bitų kanalui vaizdavimo kokybė;
- NURBS kreivės ir paviršiai;
- Padengimas raštais, šviesos efektai, judesio išblukimo (*motion blur*) valdymas;
- Galimybė modeliuoti objektų susidūrimą, gravitaciją, magnetizmą;
- Šešėlių modeliavimo kalba *Visual Shading Language*;
- Objektų animacija.

Sistemos trūkumai:

- Daugiausia pritaikyta erdvinių foto-realistinių vaizdų kūrimui bei animacijai.

Pov-Ray

Gamintojas: Pov-Ray Team.

Operacinė sistema: Win9x, WinNT, Win2000, WinME, WinXP, Mac.

Palaikomi bylų formatai: POV, TGA, BMP, TIFF ir kt.

Aprašymas:

Šis programinis paketas, naudodamas spindulių trasavimo (*raytracing*) technologiją, leidžia išgauti aukštos kokybės foto-realistinius vaizdus. Objektų modeliavimas nėra patogus ir greitas, kadangi objektai kuriami ne interaktyviai, o specialia modeliavimo kalba savo struktūra primenančią C kalbą (6).

Sistemos privalumai ir galimybės:

- Nemokamas;
- Leidžia tiksliai sumodeliuoti aukštos kokybės foto-realistinius vaizdus;
- Galimas skriptų sukūrimas ir paleidimas;

Sistemos trūkumai:

- Neinteraktyvi.

Apibendrinant nagrinėtos programinės įrangos privalumus ir trūkumus, matome, kad su esama programine įranga galime išspręsti keliamus uždavinius, tačiau tai yra pakankamai sudėtingi ir vartotojui brangūs produktai, todėl iškeliau sau uždavinį sudaryti specializuotos programinės įrangos projektą, kuriame įvertinsiu jau esamų sistemų privalumus bei atsižvelgsiu į tiesioginių sistemos vartotojų pageidavimus.

1.2 Duomenų saugojimo formatai

1.2.1 VRML ir X3D

Vis sparčiau vystantis kompiuterinei grafikai atsirado sąvoka „erdvinis pasaulis“. Kartu atsirado poreikis erdvinio pasaulio duomenis išsaugoti bylose, duomenų bazėse, juos standartizuoti ir kitos problemos. Be to, vis labiau plečiantis pasauliniam interneto tinklui bei vis didesniai vartotojų skaičiui besinaudojant šio tinklo privalumais, atsirado tokio tipo duomenų perdavimo poreikis. Vienas iš sprendimo būdų – VRML standarto, sukurtas 1997 metais panaudojimas. Tačiau VRML (Virtual Reality Modeling Language) standartas, kuris buvo sukurtas kaip erdvinio vaizdų generavimo bylos formatas, skirtas interaktyviems trimačiams objektams ir pasauliams aprašyti. Jis daugumoje skirtas naudoti internete, intranete ir lokaliuose klientų sistemose. Žinoma, buvo numatytas ir jo panaudojimas inžinerijai, vizualizacijai, moksliniams tikslams bei kitose su trimate grafika susijusiose srityse. Tačiau VRML netapo bendriniu standartu (naudojamas daugumoje tik internete) informacijai apie erdvinį pasaulį saugoti. Šiuo metu yra baigiami kurti nauji VRML200x ir X3D standartai bei sprendžiamos problemos susijusios su DOM (*Document Object Model*), bei XML (*eXtensible Markup Language*) panaudojimu.

VRML sukūrimu buvo siekiama realizuoti virtualaus pasaulio internete idėją, kuri, tuo metu atrodė, turės didelį pasisekimą ir platų panaudojimą. Deja VRML nepaplitė. Viena to priežasčių buvo lėtas veikimas (tuo metu erdvinė kompiuterinė grafika, lyginant su dabartiniais laikais, dirbo labai lėtai). VRML nerado savo vietos komercinio panaudojimo srityje, kadangi jo pagalba sukurtos virtualios parduotuvės neatitiko keliamų visų pirma vaizdavimo, duomenų perdavimo greičio ir kitų reikalavimų.

Pagrindinės VRML savybės:

- Nustato realaus pasaulio bei jame esančių objektų išsidėstymo koordinates;

- Apjungia 3D objektus ir multimedijos objektus;
- Aprašo objektų elgseną realiame laike;
- Aprašo nuorodas į kitas bylas ar programas.

Šiuo metu, sparčiai vystantis kompiuterinės grafikos technologijoms bei didėjant interneto greičiui, pradinė VRML idėja tampa realesnė. Šis standartas pildomas, tobulinamas ir numatomas papildomas jo leidimas – VRML200x. Greta vystoma ir VRML, DOM bei XML apjungimo idėja. Tai X3D standartas, kuris aprašo:

- Trimatės grafikos formatą internetui;
- Virtualios realybės modeliavimo kalbos (VRML200x) XML koduotę;
- 3D duomenų struktūrizavimą.

X3D reikalavimai :

- Greitai eiga API;
- Komponentiškumas;
- Išplečiamumas bei keičiamumas.

VRML/X3D įvykių modelis:

- VRML labai jautrus darbo greičiui;
- Įvykių apdorojimas griežtai apibrėžtas;
- Kaskadiniai įvykiai galimi, bet apriboti;
- Mažas kadrų per sekundę skaičius;
- Kiekvienos scenos vaizdavimui reikalingas visas scenos grafas.

1.2.2 X duomenų saugojimo formatas

X duomenų saugojimo formatą sukūrė Microsoft kompanija 1996 metais. Jis pasirodė kartu su DirectX 2.0 technologija. Su kiekviena sekančia DirectX versija šis formatas buvo vis labiau tobulinamas. Šiuo metu jis savo galimybėmis nenusileidžia tokiems paplitusiems formatams kaip MEL ir DS.

Labiausiai X duomenų saugojimo formatas paplito tarp žaidimų gamintojų. Viena iš priežasčių, kaip jau buvo minėta aukščiau, - VRML netapo populiarus, o visi kiti formatai buvo uždari. Kita, kad DirectX technologijoje yra labai geras šio formato palaikymas, tad žaidimų kūrėjams nereikia rūpintis savų priemonių darbui su 3D erdvės duomenimis kūrimu.

Pagrindinės X savybės:

- Nustato realaus pasaulio bei jame esančių objektų išsidėstymo koordinates;
- Apjungia 3D objektus ir multimedijos objektus;
- Saugo savyje tokias trimačių objektų savybes kaip raštai, paviršiaus medžiaga (naudojama apšvietimų skaičiavimuose), animacijos ir kt.;
- Efektyviai išnaudojama vieta – leidžia saugoti tik vieną objekto aprašą, vėliau tik duodant nuorodas į jį.

2 TIRIAMOJI DALIS

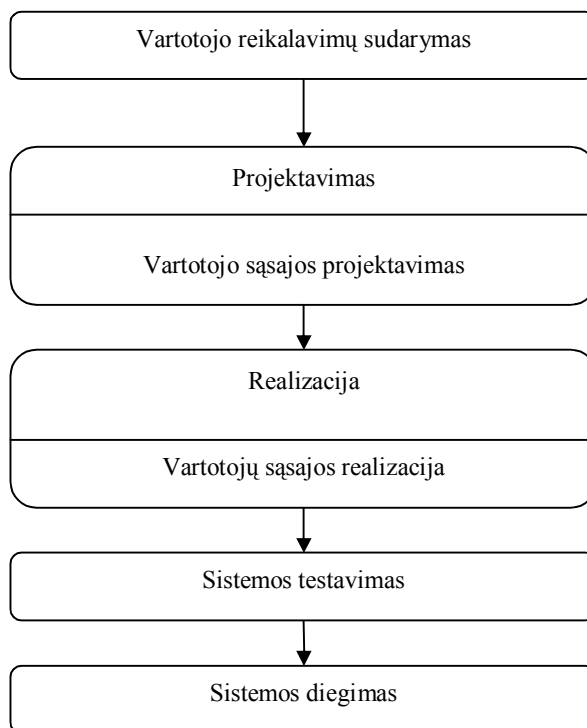
Pagrindiniai projekto tikslai yra šie:

- Sukurti ir iširti nesunkiai įsisavinamą, nebrangią programinę įrangą;
- Sukurti matomų zonų nustatymo vartotojui patogią sistemą;
- Sudaryti lengvai valdomą ir programuojamą, lankstų objektinį-programinį modelį, kuris įgalintų programuotoją greitai ir kokybiškai kurti bei modifikuoti programinę įrangą.

Projekto keliami uždaviniai yra šie:

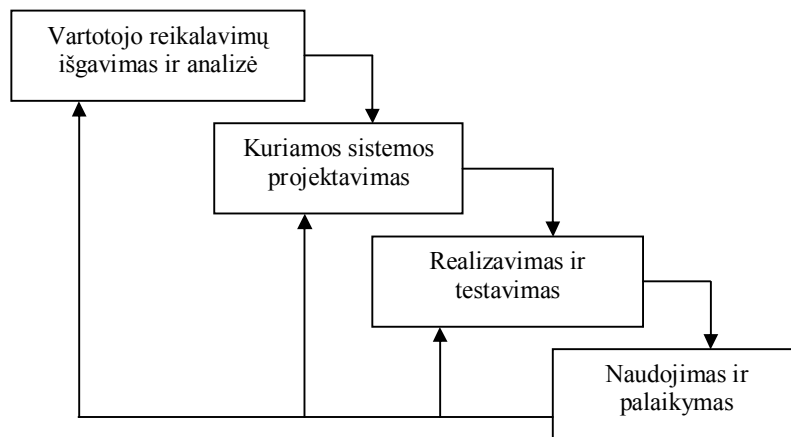
- Išsiaiškinti vartotojo norus ir pageidavimus programinei įrangai;
- Išsiaiškinti projekto ypatumus;
- Išsiaiškinti pasirenkamos grafinės sistemos galimybes, privalumus bei trūkumus;
- Išsiaiškinti reikalavimus naudojamai programavimo kalbai;
- Apibrėžti PĮ architektūrinį modelį;
- Apibrėžti PĮ objektinį modelį;
- Apibrėžti PĮ duomenų srautų modelį;
- Apibrėžti vartotojo sąsają;
- Nustatyti sistemos testavimo būdus;
- Atsižvelgiant į anksčiau minėtus punktus, sudaryti projekto realizavimo grafiką.

Projekto realizavimas:



2.1 Kūrimo ciklas

Kadangi mano kuriama programa turi aiškiai apibrėžtas ir vieną po kitos einančias stadijas, kiekvienoje stadijoje numatyti kontroliniai taškai, kurie turi būti parengti, todėl pasirinktas krioklio modelis. Formalus programos vystymo modelis labiau taikomas kritinėms sistemoms, kurioms keliami griežti saugumo, patikimumo ir apsaugos reikalavimai. Sistemos realizavimo veikla gali būti atliekama lygiagrečiai, nes sistema realizuojama ir testuojama atskirais moduliais. Remiantis krioklio modeliu projektas yra skaidomas į vieną po kito vykdomus etapus. Modelyje numatyti grįžtamieji ryšiai iš bet kokios stadijos, naudojamas kūrimo „iš viršaus žemyn“ metodas.



2.2 Reikalavimų išgavimo planas

Reikalavimų išgavimui naudosime tokį planą:

- Vartotojų apklausa bei panašaus pobūdžio programinės įrangos privalumų ir trūkumų analizė;
- Nefunkcinių reikalavimų nustatymas;
- Prototipų kūrimas.

2.2.1 Vartotojo reikalavimai

Klausimai Vartotojui:

Programinė įranga yra skirta jos vartotojui (mūsų atveju – matomų/nematomų zonų nustatymo vartotojams), todėl pirmiausiai ir išsiaiškinsime jo poreikius.

- Vartotojo poreikiai kuriamai programinei įrangai:

Vartotojas nori programos, kuri leistų jam nustatyti teritorijos matomas ir nematomas zonas, peržiūrėti jas, iš gautų rezultatų priimti vieną ar kitą sprendimą.

- Matomų/nematomų zonų nustatymo procesas:

- Įkelti pageidaujamos teritorijos realius duomenis (reljefo X,Y,Z ir pastatų X,Y,Z);
- Norimoje vietoje pažymėti stebėjimo tašką, kurio atžvilgiu bus nustatomos matomos ir nematomos zonos (pasirenkamas laisvai arba įvedant koordinatės X,Y,Z);
- Atlikti skaičiavimus, kurių metu nustatomos matomos ir nematomos zonos (matomas zonas vaizduoti vienokia spalva, nematomas – kitokia);
- Skaičiavimo rezultatus saugoti pagrindiniame lange ir tekstinėje byloje.

- Vartotojo keliami uždaviniai matomų ir nematomų zonų sudarymo sistemai:

- Galimybė koreguoti pradinis duomenis tekstiniais redaktorais;
- Galimybė, priklausomai nuo kompiuterio galingumo, pasirinkti reljefo atvaizdavimo tipą (taškais, linijomis ar pilnai užpildytą);
- Navigacijos galimybė papildomame navigaciniame lange;
- Visos teritorijos, o taip pat ir matomų zonų plotų skaičiavimas (procentine išraiška ir kvadratiniais kilometrais);
- Meniu, suteikiantis galimybę vartotojui pasirinkti vieną iš galimų veiksmų;
- Standartiniai dialogo langai, skirti bylų atidarymui ir saugojimui;
- Langas, skirtas stebėjimo taškų aukščių bei padėčių nustatymui;
- Interaktyvus ekranas, skirtas grafiniams programos darbo rezultatams vaizduoti bei mažas navigacinis ekranas, rodantis bendrą teritorijos vaizdą;
- Darbo proceso indikatorius, rodantis kiek procentų darbo atlikta.

2.2.2 Nefunkciniai reikalavimai

Išnagrinėjus panašaus tipo programinę įrangą bei jos reikalavimus sistemoms, planuojami programinės bei aparatinės įrangos reikalavimai būtų tokie:

Aparatinė įranga:

Asmeninis kompiuteris.

Programinė įranga:

- Programos veikimo greitis priklausys nuo turimos techninės įrangos;
- Planuojamas programos dydis: iki 10Mb;
- OS: Windows 9x, ME, NT, 2000, XP.

Viena iš labiausiai paplitusių operacinių sistemų.

- Programavimo kalba: C++ (programinis produktas MS Visual C++);

Daugiausiai bibliotekų turinti bei viena populiariausių programavimo kalbų. Lanksti, palaiko objektinį programavimą. Be to, lengviau būtų, esant pareikalavimui, perrašyti programą kitai operacinei sistemai, pvz.: Linux.

- Grafinė posistemė: OpenGL;

Geriau pritaikyta CAD sistemoms ir DirectX posistemai, be to palaikoma kitose OS.

- Planuojama minimali reikalinga techninė įranga: Pentium II 233MHz arba ekvivalentus procesorius, 2Gb HDD, 128 RAM, AGP vaizdo spartintuvas, palaikantis OpenGL spartinimą, 32MB vaizdo atmintinės;

Svarbiausi reikalavimai yra operatyviosios atminties kiekis ir procesoriaus taktinis dažnis. Operatyvioji atmintis bus naudojama duomenų matricai ir vartotojo sąsajos elementams saugoti programos darbo metu. Esant didesnei teritorijai ar didesniai tikslumui, operatyviosios atminties reikalavimai gali stipriai išaugti. Procesoriaus darbo greitis yra labai svarbus paviršiaus matomumo tyrimo metu. Laiko, kaip ir operatyviosios atminties, sąnaudos bus proporcingos matricos taškų skaičiui.

Specialių reikalavimų monitoriui nenumatyta, tačiau didesnės skiriamosios gebos ir įstrižainės monitoriai leistų patogiau ir efektyviau dirbti šia programa.

Apribojimai: Programa ribojama fiziniais kompiuterio duomenimis (darbinė atmintis, procesoriaus greitis, kai kuriais atvejais - laisva vieta kietajame diske).

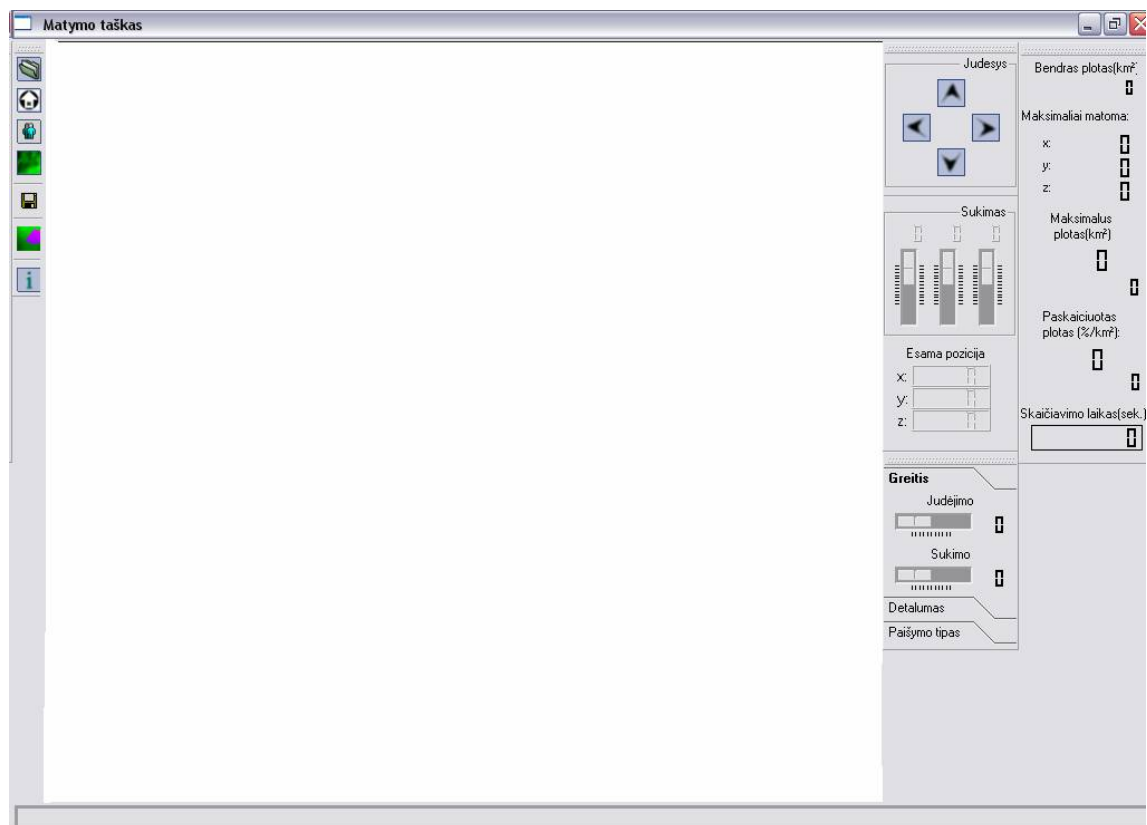
Funkciniai apribojimai:

- Ribotas maksimalus stebėjimo taškų skaičius (kol kas vienas);

- Vienu metu galima dirbti tik su vienu duomenų rinkiniu.

2.2.3 Prototipai

Programinės įrangos projektavimo procese labai svarbus yra prototipų vaidmuo. Prototipai padeda išsiaiškinti papildomus sistemos funkcinius ir nefunkcinius reikalavimus, pateikia pradinį sistemos vaizdą. Buvo sukurtas prototipas papildomų reikalavimų išgavimui bei vartotojo sąsajos pobūdžio nustatymui:



1 pav. Prototipas: „Pagrindinis langas”

Prototipas: Prototipas “Pagrindinis langas”.

Paskirtis: Nustatyti galimą vartotojo sąsają pagal vartotojo reikalavimus.

Išvados: Nustatytas vartotojo tiesioginio manipuliavimo, dialogo-meniu sistemos, įrankinių (*toolbars*) sąsajos išdėstymas bei funkcijos.

2.3 Sistemos specifikacija

Formalios specifikacijos:

Formalios specifikacijos nebus naudojamos, kadangi kuriama sistema nepriklauso kritinių – laiko sistemų klasei.

Sistemos specifikacija padės mums apibūdinti kuriamą projektą bei nubrėžti jo realizavimo gaires. Toliau pateikiama:

- Sistemos reikalavimų specifikacija;
- Sistemos struktūros specifikacija;
- Duomenų srautų specifikacija;
- Objektinio modelio specifikacija;
- Vartotojo sąsajos specifikacija;
- Duomenų būsenų diagrama.

2.4 Sistemos reikalavimų specifikacija

Įvertinus vartotojų reikalavimus bei įrangos analizės rezultatus, gaunami reikalavimai sistemai.

Reikalavimai sistemai:

- Vartotojo keliami uždaviniai matomų/nematomų zonų sudarymo sistemai:
 - Galimybė koreguoti pradinis duomenis tekstiniais redaktoriais;
 - Galimybė, priklausomai nuo kompiuterio galingumo, pasirinkti reljefo atvaizdavimo tipą (taškais, linijomis ar pilnai užpildytą);
 - Navigacijos galimybė papildomame navigaciniame lange;
 - Visos teritorijos, o taip pat ir matomų zonų plotų skaičiavimas (procentine išraiška ir kvadratiniais kilometrais);
 - Meniu, suteikiantis galimybę vartotojui pasirinkti vieną iš galimų veiksmų;
 - Standartiniai dialogo langai, skirti failų atidarymui ir saugojimui;
 - Dialogo langas, leidžiantis pakeisti duomenų failus programos darbo metu;
 - Langas, skirtas stebėjimo taško aukščio bei padėties nustatymui;

- Interaktyvus ekranas, skirtas grafiniams programos darbo rezultatams vaizduoti bei mažas navigacinis, rodantis bendrą teritorijos vaizdą;
- Darbo proceso indikatorius, rodantis, kiek procentų darbo atlikta.

Menu turi būti tik svarbiausios funkcijos, išdėstytos taip, kad vartotojui būtų patogų jas naudoti ir įsiminti. Funkcijas, kurių vykdymas yra neįmanomas esamoje programos būsenoje, reikia padaryti negalimomis.

Stebėjimo taškų reguliavimo lange numatoma galimybė keisti pasirinkto stebėjimo taško aukštį, koordinates. Taip pat įjungti bei išjungti stebėjimo tašką.

Ekране žemės paviršius vaizduojamas skirtingomis spalvomis, priklausomai nuo stebėjimo taško aukščio. Nematomos zonos vaizduojamos skirtinga spalva, nei matomos. Ekране išskiriami pastatai, stebėjimo taškų pozicijos. Vartotojui turi būti numatyta galimybė gauti informaciją apie bet kurio taško koordinates, aukštį bei matomumą. Turi būti galimybė slankioti vaizdą, jei matricos matmenys viršija ekrano matmenis. Ekranas turi automatiškai prisitaikyti prie pagrindinio programos lango dydžio.

Laiko indikatorius turi būti aktyvuojamas kiekvieno, ilgesnį laiką užimančio, proceso metu. Laikai bei proceso indikatorius turi būti atnaujinami pakankamai dažnai, kad vartotojui nesusidarytų įspūdis, kad programa neveikia.

Reikalavimai, išgauti prototipų kūrimo bei panašios programinės įrangos analizės metu:

- Vartotojo sąsajos funkcionalumo praplėtimui naudoti prototipe “Pagrindinis langas” sukurtus objektus;
- Neapkrauti tiesioginio manipuliavimo lango per dideliu informacijos kiekiu.

Projekto realizavimo būdai ir priemonės:

- Programavimo kalba: C++;
Lanksti, daug bibliotekų ir didelę elementinę bei pagalbos bazę turinti programavimo kalba;
- Programavimo terpė:
Visual C++;
Patogi ir plačiai naudojama projektavimo – programavimo terpė;
Grafinė sistema: OpenGL;
Gerai pritaikyta CAD sistemoms kurti. Patogus funkcionalumas;
Operacinė sistema: Win9x, Win2000, WinXP;
Tai plačiai vietinėje rinkoje naudojamos operacinės sistemos.

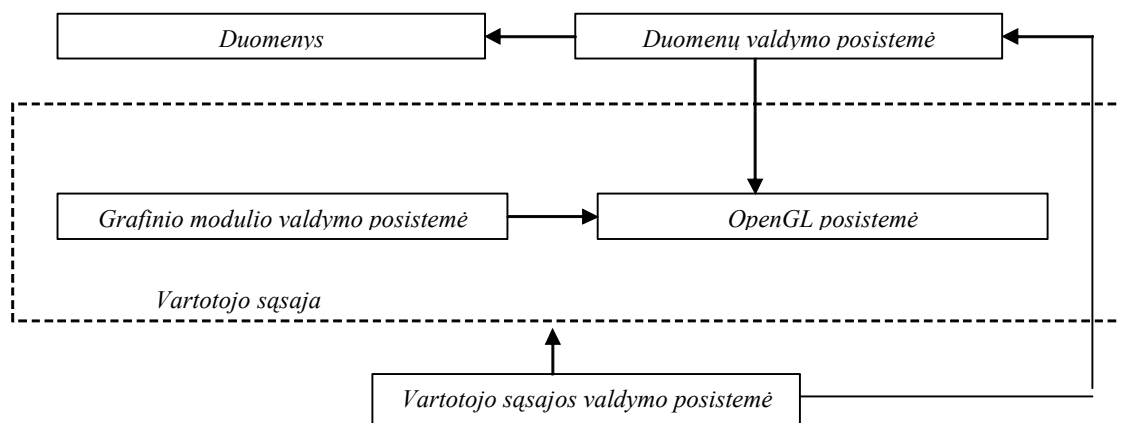
- Prototipo darymas: MS VB, MS Visual C++ :
VB yra patogi ir lengvai leidžianti projektuoti vartotojo sąsajas sistema. MS Visual C++ pagalba sudaromas objektinis modelis bei sistemos architektūriniai sprendimai.

Pagrindiniai sistemos komponentai bei savybės:

- 3D objektų komponentai:
 - a) Trikampiai;
 - b) Taškai;
 - c) Linijos.
- Dimensijų vaizdavimas:
 - a) Realios reikšmės.
- Detalių transformacijos (paprastos):
 - a) Pernešimas $XY(2D)Z(3D)$;
 - b) Sukimas $XY(2D)Z(3D)$.
- Vaizdo keitimas:
 - a) Didinimas/Mažinimas;
 - b) Pastūmimas;
 - c) Sukimas;
 - d) Sukimo, pastūmimo, didinimo/mažinimo greičio keitimas.

2.4.1 Sistemos struktūros specifikacija

Atsižvelgdami į turimus reikalavimus sistemai sudarėme tokį sistemos struktūros modelį:



2 pav. Sistemos struktūros modelis

- Grafinio modulio valdymo posistemė: ši posistemė atsakinga už vartotojo tiesioginio manipuliavimo sąsają;
- OpenGL posistemė: atsakinga už OpenGL grafinės sistemos inicializavimą ir valdymą;
- Domenų valdymo posistemė: atsakinga už duomenų įkėlimą ir duomenų srautų valdymą ir pan.;
- Vartotojo sąsajos valdymo posistemė: atsakinga už vartotojo sąsajos valdymą, įrankių, langų pernešimo, slėpimo, vaizdavimo operacijas, spalvas, įrankių turinį ir pan.;
- Duomenų posistemė: atsakinga už duomenų saugojimą.

2.4.2 Duomenų srautų specifikacija

Programos duomenys – tekstinės bylos, sukurti Arc/Info sistema. Pirmojoje tekstinėje byloje nurodomi reljefo paviršiaus aukščiai nuo Baltijos jūros lygio. Antrajame – pastatų aukščiai, nurodomi nuo reljefo paviršiaus.

Duomenų bylos prasideda antrašte, kurioje nurodoma:

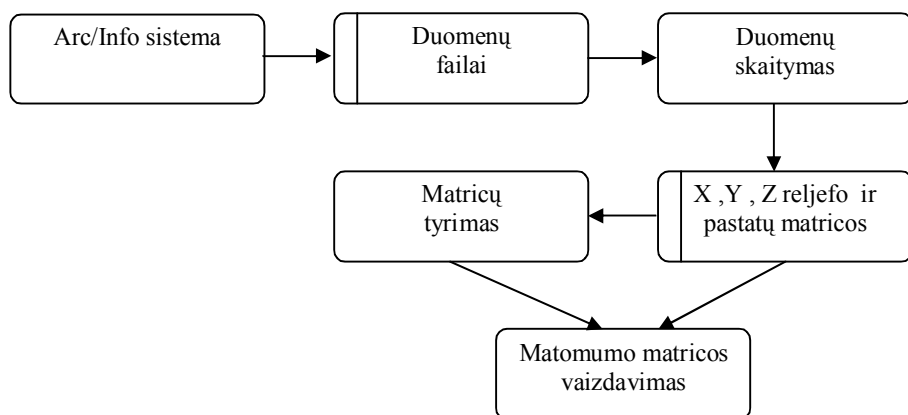
- Matricos stulpelių bei eilučių skaičius;
- Teritorijos apatinio kairiojo kampo taško koordinatės X ir Y, kilometrais;
- Matricos langelio dydis, metrais;
- “Nėra duomenų” reikšmė. Ji naudojama klaidų kontrolei, duomenų skaitymo metu.

Toliau eilės tvarka pateikiami visų taškų aukščiai (Z koordinatė).

Duomenų bylos antraštės pavyzdys:

```
ncols      1000
nrows      1000
xllcorner  8101.2069457684
yllcorner  12539.64379148
cellsize    5
NODATA_value  9999
69.69317 69.67186 69.64908 69.62463 69.59909 69.57347.....
```

Informacija iš tekstinių bylų skaitoma į matricą. Vėlesniems skaičiavimams naudojama tik matrica.



3 pav. Duomenų srautų diagrama

Programa iš tekstinių duomenų failų nuskaitytą informaciją saugo operatyviojoje kompiuterio atmintyje, matricose:

- X, Y, Z reljefo ir pastatų matricos;
- Matomumo matrica.

Aukščių matricoje fiksuojami žemės paviršiaus aukščiai nuo Baltijos jūros lygio. Aukščių reikšmės yra naudojamos paviršiaus matomumo nustatymui, reljefo vaizdavimui ekrane.

Matricos elementai – realieji skaičiai.

Pastatų matricoje yra nurodoma, ar konkrečiame taške yra pastatas. Matrica naudojama reljefo vaizdavimui ekrane.

Matricos elementai – loginės reikšmės (*true* arba *false*).

Matomumo matricoje yra nurodoma, ar taškas yra matomas iš bent vieno nurodyto stebėjimo taško (jei matoma – *true*, jei ne – *false*). Darbo pradžioje visi matricos taškai yra žymimi kaip matomi, t.y. matomumo matrica užpildoma *true* reikšmėmis.

Matomumo matricos tyrimas vykdomas *Brezenheimo algoritmu* atkarpai sudaryti. Iš pasirinkto stebėjimo taško, kurio kurio atžvilgiu tirsime reljefo matomas/nematomas zonas, į tolimiausius tiriamos matricos elementus brėžiamos tiesės (apšvietimo metodas), tiriamas dydis X,Y koordinatės. Vėliau kiekviena tiesė tiriama atskirai. Tiriamas dydis yra Z koordinatė. Tiesės krypties koeficientas m yra: $0 < m < 1$. Tyrimas pradamas nuo kairiojo atkarpos galo ir vykdomas pasirinkta kryptimi. Paskaičiavus n -jį matricos elementą tikriname ar prieš tai $(n-1)$ vykdytame skaičiavime tiesės krypties koeficientas m yra didesnis ar mažesnis. Jei mažesnis, matricos elementas užpildomas reikšme *true* (matoma), jei didesnis – *false* (nematoma). Jei surandamas nematomas objektas, ieškant sekančių matomų objektų, tiesės krypties koeficientas turi būti didesnis už maksimalų nematomo objekto tiesės koeficientą. Tokiu metodu tiriamas kiekvienas matricos elementas. Tas pats elementas tiriamas tik vieną kartą.

Matrica bus naudojama reljefo vaizdavimui ekrane.

Matricos elementai – loginės reikšmės (*true* arba *false*).

Atmintis matricoms išskiriama dinamiškai, priklausomai nuo tiriamos teritorijos dydžio.

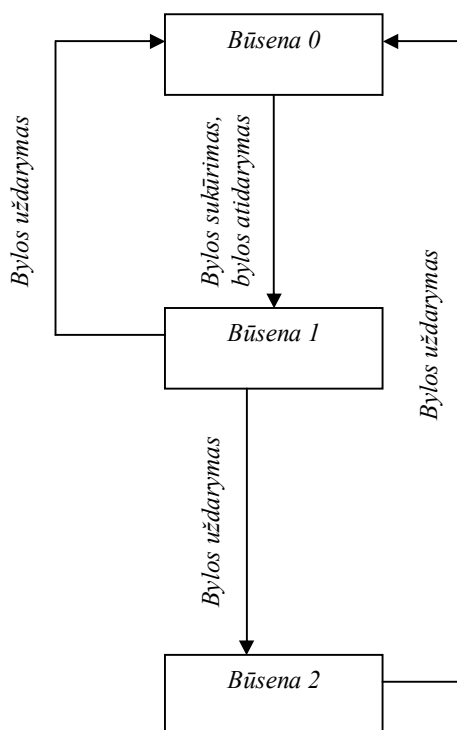
Duomenų būsenų diagrama

0. Pradinė būsena. Duomenys neužkrauti, paviršiaus vaizdavimo ekranai tušti. Galimi veiksmai:

- Naujos konfigūracijos bylos sukūrimas;
- Užsaugotos konfigūracijos atidarymas;
- Išėjimas iš programos.

1. Duomenys užkrauti, ekranuose visas paviršius vaizduojamas kaip matomas. Galimi veiksmai:
 - Naujos konfigūracijos bylos sukūrimas;
 - Užsaugotos konfigūracijos bylos atidarymas;
 - Konfigūracijos bylos uždarymas;
 - Duomenų keitimas;
 - Tyrimo vykdymas.
2. Tyrimas įvykdytas, ekranuose vaizduojami paviršiaus tyrimo rezultatai. Galimi visi veiksmai:
 - Naujos konfigūracijos bylos sukūrimas;
 - Užsaugotos konfigūracijos bylos atidarymas;
 - Konfigūracijos užsaugojimas;
 - Konfigūracijos bylos uždarymas;
 - Duomenų keitimas;
 - Tyrimo vykdymas;
 - Darbo ataskaitos generavimas.

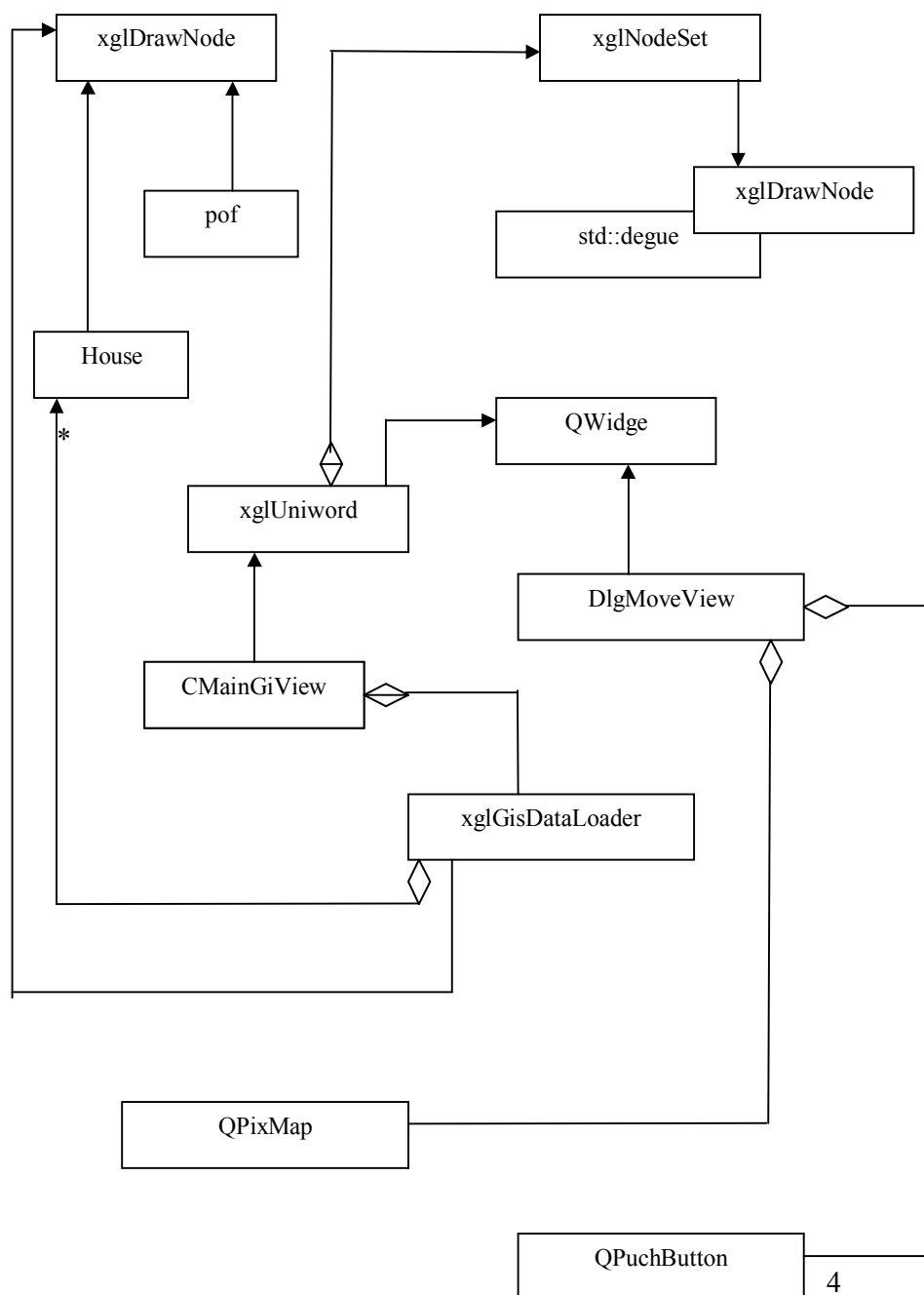
Negalimų veiksmų atlikimas pirmoje ir antroje būsenose yra uždraustas. Būsenų diagrama vaizduojama:



4 pav. Būsenų diagrama

2.4.3 Objektinio modelio specifikacija

Žemiau pateikta klasių diagrama:



5 pav. Klasijų diagrama

Aprašymas:

- **xglDrawNode** – abstrakti klasė, kuri realizuoja trimačių grafinių objektų (3D) atvaizdavimą bei manipuliavimą jais;
- **pof** – realizuoja stebėjimo tašką bei pilną manipuliavimą juo;
- **house** – atsakinga už pastatų braižymą;
- **CMainGiView** – realizuoja pagrindinės scenos pašymą (pastatai, reljefas);
- **xglGisDataLoader** – duomenų įkėlimas (pastatai, reljefas), skaičiavimai (laiko skaičiavimas, duomenų kontrolė įkėlimo metu);
- **QPuchButton** – realizuoja valdymo mygtukų elgseną ir pašymą;
- **std::degue(xglDrawNode)** – kolekcija, kuri savyje saugo objektų interfeisus, kurie turi pašymo galimybę;
- **xglNodeSet** – kolekcija, savyje sauganti pašomus objektus;
- **QWidge** – bazinė QT bibliotekos klasė visiems vartotojo sąsajos objektams;
- **xglUniverse** – bazinė klasė, kuri atsakinga už OpenGL bibliotekos inicializaciją, bei kreipimąsi į ją, taip pat realizuoja pradines OpenGL bibliotekos teikiamas paslaugas (scenos pasukimas, didinimas/mažinimas, lango parametrų keitimas);
- **dlgMoveView** – leidžia judinti scenoje esančius objektus (scenos transliacija X,Y,Z koordinatėse).

2.4.4 Vartotojo sąsajos specifikacija

Reikalavimai vartotojo sąsajai:

- Kiek įmanoma lankstesnis vartotojo sąsajos keitimas pagal vartotojo poreikius. Vartotojas gali visiškai perkelti darbinius langus, įrankių meniu, keisti įrankius;
- Įrankių panaudojimas;
- Ergonomiškas spalvų panaudojimas;
- Būdingų terminų naudojimas;

Vartotojui turi būti sukurta grafinė sąsaja Windows aplinkoje. Pagrindinis programos langas yra SDI (*Single Document Interface*) tipo, t.y. vienu metu leidžiama dirbti tik su vienu duomenų komplektu. Programos langą galima uždaryti, minimizuoti ir maksimizuoti bei keisti jo dydį standartinėmis Windows aplinkos priemonėmis. Vartotojo sąsaja realizuota lietuvių kalba.

Toliau vartotojo sąsają numatoma tobulinti, atsižvelgiant į vartotojų patarimus ir norus bei vadovaujantis šiomis taisyklėmis:

1. Siekti nuoseklumo, kad informacija būtų išdėstyta nuosekliai, logiškai ir struktūriškai;
2. Greitas kreipimasis į dažnai naudojamas vietas;
3. Dialoguose siūlyti bendravimą, vartotojo reakciją;
4. Paprastas klaidų apdorojimas;
5. Galimybė atšaukti pradėtus vykdyti veiksmus;
6. Sumažinti atminties užimtumą;
7. Išnaudoti pilną ekrano plotį;
8. Ekrane saugoti tiktai svarbiausią ir reikalingiausią informaciją;
9. Parinkti malonias spalvų kombinacijas;
10. Naudoti spalvas panašaus tipo valdymo įrankių grupavimui;
11. Apriboti spalvų skaičių (7 ± 2);
12. Nenaudoti netinkamų spalvų kombinacijų;
13. Naudoti didžiąsias bei mažąsias raides;
14. Galimybė pertraukti procesus, išvengiant duomenų nuostolių;
15. Duoti vartotojui pakankamai laiko atsakymui.

2.5 Projekto grafikų ir išlaidų planas

Projekto išlaidos:

Projekto išlaidos yra minimalios, kadangi projektas vykdomas kaip magistrinis–mokslinis darbas. Daugumoje projekto išlaidas sudaro laikas, skirtas projektui kurti bei programai rašyti.

Projekto grafikas:

Projektas buvo kuriamas nuo 2002 metų:

- 2002-11-01 – 2003-01-10: sugalvota projekto idėja, iškelti tikslai bei uždaviniai, nustatyti pradiniai reikalavimai;
- 2003-01-11 – 2003-02-30: pradėti kurti pradiniai projekto prototipai. Toliau pildomi reikalavimai. Apibrėžta pradinė programos struktūra. Apgalvoti galimi objektai;
- 2003-03-01 – 2003-03-30: galutinai nustatytas naudotinas objektinis modelis ir priemonės;
- 2003-04-01 – 2004-09-31: programuojami programos komponentai bei jų integravimas, programuojama vartotojo sąsaja;
- 2004-10-01 – 2004-12-31: atliekamas testavimas, rašoma programos dokumentacija.

2.6 Rizikos įvertinimo ir mažinimo planas

Projekto rizikos:

Reikalavimų pasikeitimas

Programos pasikeitimas gali būti įtakotas programos kūrimo proceso. Tačiau pagrindinė idėja nustatyta, todėl keistųsi tik atskiros detalės.

Su vartotoju susijusios rizikos:

Pl atsisakymas

Vartotojas gali atsisakyti Pl, tačiau projektas yra kuriamas ir moksliniais tikslais.

Sprendimas: Svarbiausia neapsiriboti tik vienu vartotoju, bet ieškoti kitų. Jei vartotojas atsisako produkto dėl kainos, reikia atlikti su juo derybas, pasiūlyti pigesnes programinės

įrangos aptarnavimo paslaugas ir pan., t. y. naudoti papildomas marketingo bei kainodaros priemones.

Naujų reikalavimų įvedimas bei senų keitimas

Į galimą sistemos praplėtimą atsižvelgiama jau sistemos projektavimo procese, kurio metu siekiama, kad sistema būtų kiek galima lankstesnė ir lengvai išplečiama. Tad papildomi reikalavimai daugumoje pareikalautų laiko jiems įdiegti. Žinoma, vartotojas būtų informuotas apie tai, kad įdiegimams reikės papildomai laiko ir lėšų.

Proceso rizika:

Papildomi darbai

Papildomi darbai labai apsunkintų projekto baigimą laiku.

Sprendimas: Paašškinti vartotojui apie galimą projekto uždelimą, bandyti derėtis su juo, priešingu atveju, jam nesutikus, pirmiausiai dirbti prie svarbiausių projekto vietų, kad vartotojui atrodytų, jog praktiškai visas funkcionalumas egzistuoja ir projektas bus pristatytas laiku, likusį funkcionalumą įdiegiant vėliau.

Techninės rizikos:

Kompiuterių gedimas

Nors šių dienų kompiuterinė technika ganėtinai patikima, tačiau tokia tikimybė išlieka.

Sprendimas: Kompiuterio komponentių (išskyrus standųjį diską) gedimas labai didelės įtakos projekto eigai neturės, kadangi nėra sunku sugedusią komponentę pakeisti nauja, o projekto duomenims, pavyzdžiui, garso plokštės gedimas - nepakenktų.

Standžiojo disko gedimas

Tai labai įtakotų projekto eigą.

Sprendimas: Periodiškai susikurti projektui svarbios informacijos kopijas tiek į CD-R laikmenas, tiek ir į kitus standžiuosius diskus. Tuomet prarastos informacijos kiekis būtų nedidelis.

Darbo priemonių rizika:

Negalima pasinaudoti kokia nors darbo priemone

Tikimybė labai maža, kadangi šiuo metu visos priemonės jau turimos. Atsiradus poreikavimui naujoms priemonėms, jas nebūtų labai sunku gauti, kadangi projektas kuriamas universitetinėje aplinkoje, kurioje gausu visokių priemonių.

Rizikos įvertinimas pateiktas 1-oje lentelėje:

1 lentelė:

Rizika	Tikimybė	Įtaka
Kompiuterių gedimas	0.2	3
Pavėluotas pristatymas	0.3	1
Reikalavimų pasikeitimai	0.02	3
Kompetencijos trūkumas	0.1	3
Kietojo disko gedimas	0.2	1
Vartotojo atmetimas	0.3	2
Papildomi darbai	0.5	1

Įtakos įverčiai:

1 – Labai blogai; 2 – Blogai; 3 – Pakenčiamai.

2.6.1 Integruotų objektų testavimo pagal scenarijus planas

Testavimui bus naudojamos šios metodikos:

- Struktūrinis testavimas (dar vadinamas „baltos dėžės” testavimu), kadangi žinoma programos struktūra ir jos veikimas;
- Smulkinantis bei stambinantis testavimas, kadangi programa yra sudaryta iš komponentų (objektų) ir suskirstyta į modulius;
- Pavienių objektų testavimas;

- Integruotos sistemos testavimas.

Žemiau pateikiame kuriamos PI testavimo planą:

- Pavienių objektų testavimas;
- Integruotos sistemos testavimas;
- Vartotojo sąsajos testavimas.

Atskirų modulių testavimas:

Testuojamos atskiros integruotų komponentų grupės, t.y. moduliai.

Pilnai integruotos sistemos testavimas:

Testuojama pilnai integruota sistema. Testo metu reljefo paviršiaus tyrimas, tikrinama jų išsaugojimo, modifikavimo galimybės. Testuojama vartotojo sąsaja nuosekliai einant per visus komponentus.

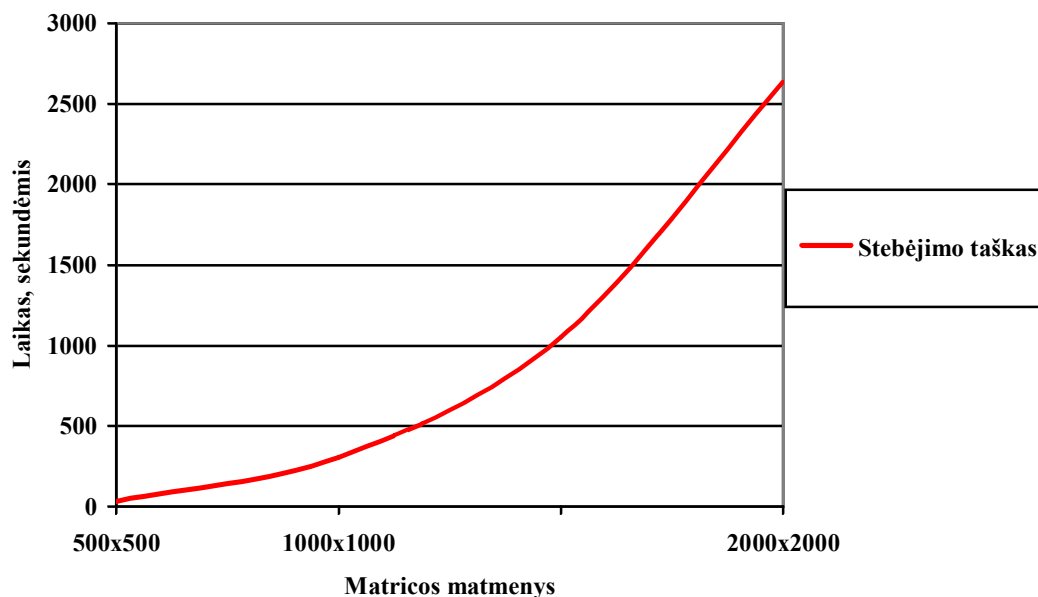
Viešas testavimas:

Testavimas atliekamas sistemos vartotojų, su realiais duomenimis, realioje aplinkoje. Vartotojai pateikia ataskaitas apie surastas klaidas bei vartotojo sąsajos pataisymus.

Programos moduliai buvo testuojami atskirai, kūrimo metu. Visa programa testuojama ją užbaigus.

Pagrindinio programos algoritmo testavimui buvo sudaryta programa – duomenų generatorius. Generatoriumi sukurti testiniai duomenys. Buvo atliktas tyrimas su testiniais duomenimis ir skaičiavimai tikrinami rankiniu būdu. Pastebėtos klaidos buvo taisomos ir testavimas kartojamas.

Buvo atliktas programos darbo laiko priklausomybės nuo matricos dydžio testavimas. Testavimo rezultatai pateikiami grafike:



Iš laiko priklausomybės nuo matricos matmenų grafiko matome, kad didinant matmenis, laikas didėja eksponentiškai. Į tai būtina atsižvelgti, parenkant norimos tirti teritorijos dydį ir tikslumą.

2.7 Sistemos vystymo planas

Natūralu, kad esant vartotojų poreikiui sistema toliau bus vystoma. Šiuo metu numatomas toks sistemos vystymo planas:

- Papildyti sistemos funkcionalumą;
- Tobulinti vartotojo sąsają, gavus papildomą informaciją iš vartotojų;
- Optimizavus paviršiaus tyrimo algoritmą, sumažinti laiko sąnaudas;
- Sukurti automatizuotą optimalaus stebėjimo taškų išdėstymo parinkimą;
- Numatyta galimybė ateityje reljefo tyrimą atlikti iš kelių stebėjimo taškų;
- Padaryti patogesnę vartotojo sąsają.

2.8 Vartotojo dokumentacija

- **Programos paskirtis**

- Programa skirta nustatyti tiesioginio matomumo zonas vietovėje iš nurodyto stebėjimo taško. Stebėjimo taško koordinatės ir aukštį galima koreguoti programos veikimo metu tam skirtame lange.

Pradiniai duomenys – žemės paviršiaus ir pastatų aukščiai pateikiami dviejuose tekstinėse bylose, kurie sukuriama Arc/Info sistemos pagalba. Esant reikalui, galima šias bylas modifikuoti rankiniu būdu, naudojant teksto redaktorių.

Tyrimo rezultatus programa pateikia vartotojui interaktyviame ekrane.

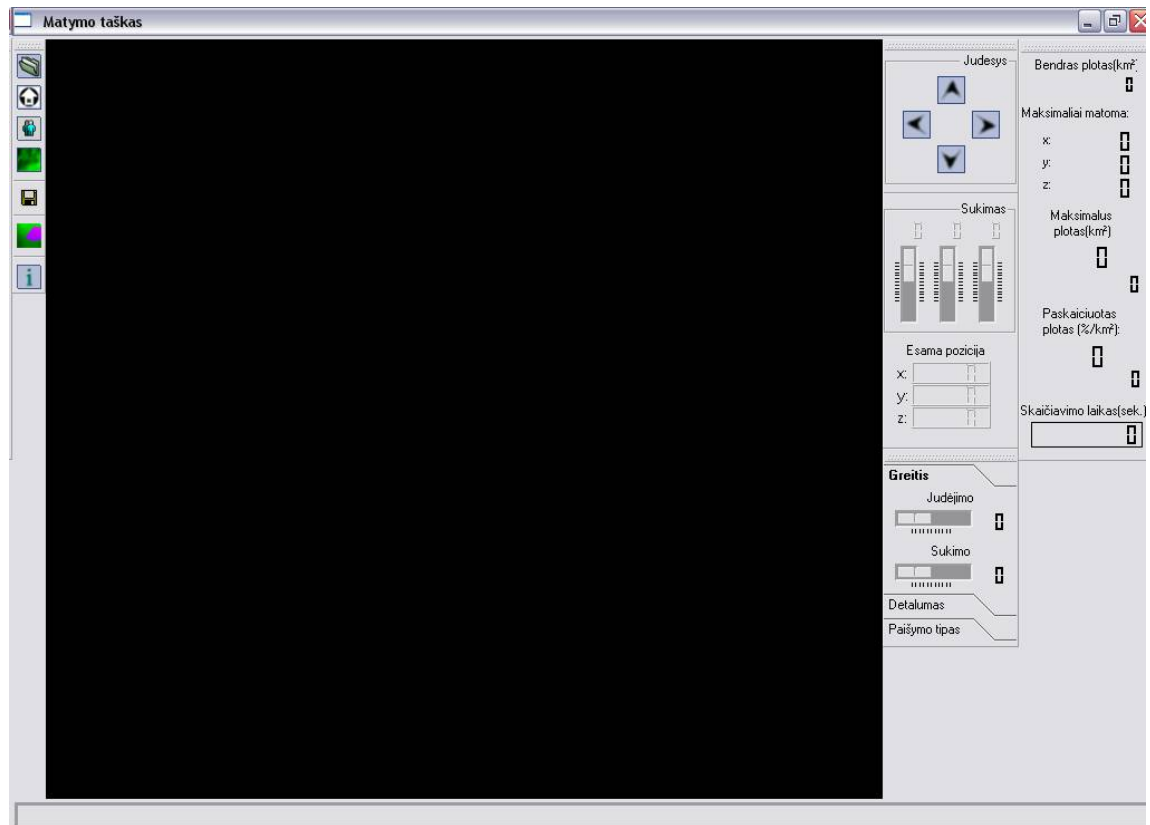
Yra galimybė sukurti darbo ataskaitą.

- **Programos diegimas**

- Programa platinama *.zip archyve. Archyvą sudaro:
 - ✓ *PointOfView v0.0.1.exe* – programos vykdomoji byla;
 - ✓ *reljefas.txt* – paviršiaus reljefo byla;
 - ✓ *pastatai.txt* – pastatų byla;
 - ✓ *qt-mt321.dll* – aplikacijų paleidžiamoji biblioteka;
 - ✓ **.dll* bylų rinkinys.

Norint įdiegti programą, reikia išsarchyvuoti bylas nurodytame kataloge. Prieš pradėdant naudoti, programos papildomai konfigūruoti nereikia (išskirtiniais atvejais reikia turėti MSVCRTD.DLL, MSVCP60D.DLL, MFCO42D.DLL, MFCN42D.DLL, MFC42D.DLL C++ bibliotekų rinkinį, kuris talpinamas C:\WINDOWS\system32\ kataloge). Programa paleidžiama failu “*PointOfView.exe*” programos kataloge.

- Pagrindinis programos langas










6 pav. Pagrindinis programos langas

Programos komandos paleidžiamos kairėje esančiame pasirinkimų lauke. Pagrindinio programos meniu sandara:

- Pagrindinės meniu funkcijos:



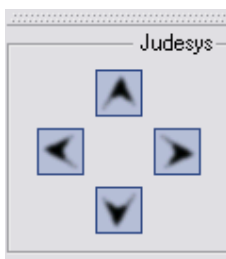
7 pav. Meniu funkcijos

- ✓  *Atidaryti reljefo duomenis* – atidaroma paviršiaus aukščius aprašanti byla. Veiksmas galimas bet kurioje veikimo būsenoje;
- ✓  *Atidaryti pastatų duomenis* – atidaroma vietovės pastatus aprašanti byla. Veiksmas galimas bet kurioje veikimo būsenoje;
- ✓  *Pažymėti stebėjimo tašką* – nurodomas atskaitos taškas, kurio atžvilgiu bus analizuojama teritorijos dalis. Veiksmas galimas bet kurioje veikimo būsenoje;
- ✓  *Atšaukti stebėjimo tašką* – atšaukiamas stebėjimo taškas, kurio atžvilgiu analizuojama teritorijos dalis. Veiksmas galimas bet kurioje veikimo būsenoje;
- ✓  *Išsaugoti* – užsaugoma esama konfigūracija. Jei konfigūracija yra nauja, prašoma nurodyti bylos vardą. Jei konfigūracija jau buvo užsaugota arba jei atidaryta esama byla, vardo įvesti neprašoma. Veiksmas galimas, jei yra atidaryta arba naujai sukurta konfigūracijos byla. Veiksmas galimas bet kurioje veikimo būsenoje;
- ✓  *Nustatyti matomas/nematomas zonas* – atliekami skaičiavimai su duotais duomenimis;
- ✓  *Apie* – rodomas langas su informacija apie programą ir jos autorių;



8 pav. Apie programą

- ✓ *Pagrindinio darbo lauko valdymas* – pasirinkus atitinkamos krypties rodyklę, keičiama pagrindinio darbo lauko būsena. Veiksmas galimas, jei yra atidaryta arba naujai sukurta konfigūracijos byla;



9 pav. Pagrindinio darbo lauko valdymas

- ✓ *Pagrindinio darbo lauko sukimo valdymas* – reguliuojant vieną iš pasirinkamų sukimo slenkamųjų juostų, keičiasi pagrindinio darbo lauko matomumo zonos ir kampas. Sukimas vykdomas trimatėje erdvėje. Veiksmas galimas, jei yra atidaryta arba naujai sukurta konfigūracijos byla;



10 pav. Pagrindinio darbo lauko sukimo valdymas

- ✓ *Informacija apie stebėjimo tašką* – galima matyti informaciją apie stebėjimo taško padėtį. Informacija nurodoma koordinatėmis (X,Y,Z) pagalba. Veiksmas galimas, jei yra atidaryta arba naujai sukurta konfigūracijos byla;

11 pav. Informacija apie stebėjimo tašką

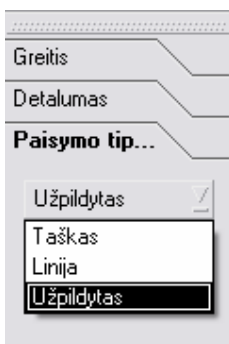
- ✓ *Nustatymai: Postūmio ir sukimo greitis* – galima reguliuoti postūmio ir sukimo greitį. Veiksmas galimas, jei yra atidaryta arba naujai sukurta konfigūracijos byla;

12 pav. Postūmio ir sukimo greitis

- ✓ *Nustatymai: Detalumas* – galima reguliuoti tiriamos teritorijos atvaizdavimo detalumą nuo minimalaus iki maksimalaus atvaizdavimo. Pradinė reikšmė lygi 0. Vartotojas pagal savo turimos kompiuterinės įrangos galingumą individualiai nustato šį parametą. Veiksmas galimas, jei yra atidaryta arba naujai sukurta konfigūracijos byla;

13 pav. Detalumas

- ✓ *Nustatymai: Paišymo tipas* – numatyta galimybė, esant nepakankamam kompiuterinės įrangos galingumui, pasirinkti tiriamos teritorijos atvaizdavimo tipą. Veiksmas galimas, jei yra atidaryta arba naujai sukurta konfigūracijos byla:
- Taškas;
 - Linija;
 - Užpildytas.



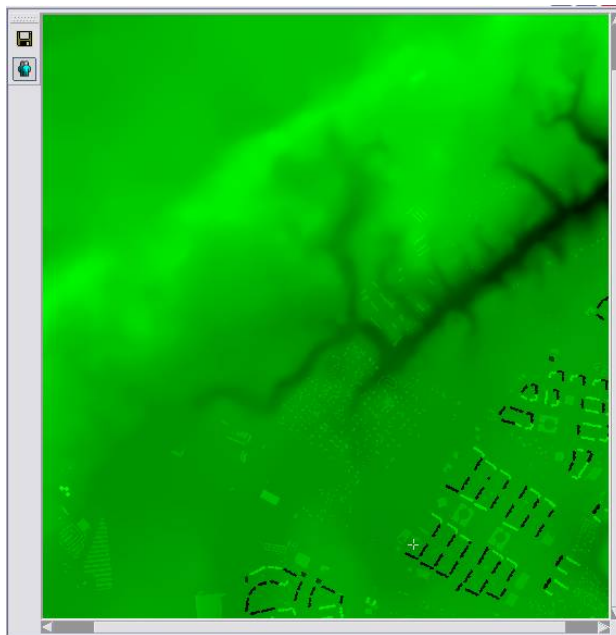
14 pav. *Paišymo tipas*

- ✓ *Analizė* – galimybė gauti tiriamos teritorijos pilną analizę:
- Visas tiriamos teritorijos plotas (km²);
 - Stebėjimo taško padėtis (X,Y,Z);
 - Iš kelių skirtingų tiriamos teritorijos vietų atliktų skaičiavimų maksimali matomos zonos reikšmė (% ir km² nuo bendro tiriamos teritorijos ploto);
 - Eilinio tiriamos teritorijos skaičiavimo matomos zonos reikšmė (% ir km² nuo bendro tiriamos teritorijos ploto).



15 pav. Analizė

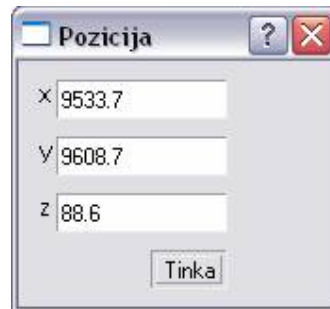
- ✓ *Navigacinis langas* – jei dirbama su didelėmis duomenų bylomis ir teritorijos reljefo aukščių matrica yra didesnė už pagrindinį langą, patogiau naudoti mažąjį ekraną navigacijai:



16 pav. Navigacinis langas

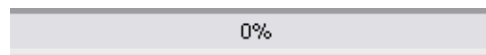
- Kuo žalia spalva šviesesnė, tuo Z koordinatės reikšmė yra didesnė (m), ir atvirkščiai, kuo spalva tamsesnė, tuo Z koordinatės reikšmė mažesnė (m);

- Galimybė saugoti navigacinį langą *.bmp tipo bylose;
- Baltas kryžiuokas rodo stebėjimo taško padėtį. Ją galima pakeisti kairiuoju pelės klavišu arba įvesti visas koordinatas (X,Y,Z) klaviatūros pagalba.



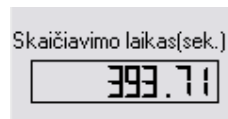
17 pav. Stebėjimo taško padėties keitimas

- ✓ *Darbo laiko indikatorius* – kadangi duomenų apimtys yra didelės ir jų skaitymas, o taip pat reljefo paviršiaus tyrimas, gali užtrukti nuo kelių iki keliolikos minučių, programa apatinėje pagrindinio lango dalyje rodys darbo proceso indikatorius, kad vartotojui nesusidarytų nuomonė, jog programa arba baigė darbą, arba dirba nekorektiškai. Pradėjus procesą, galimybė jį sustabdyti nenumatyta;



18 pav. Darbo laiko indikatorius

- ✓ *Darbo laiko apskaita* – skaičiuojama kiek laiko užtrunka reljefo paviršiaus tyrimas. Teritorijos paviršiaus nelygumas skaičiavimų trukmės beveik neįtakoja;

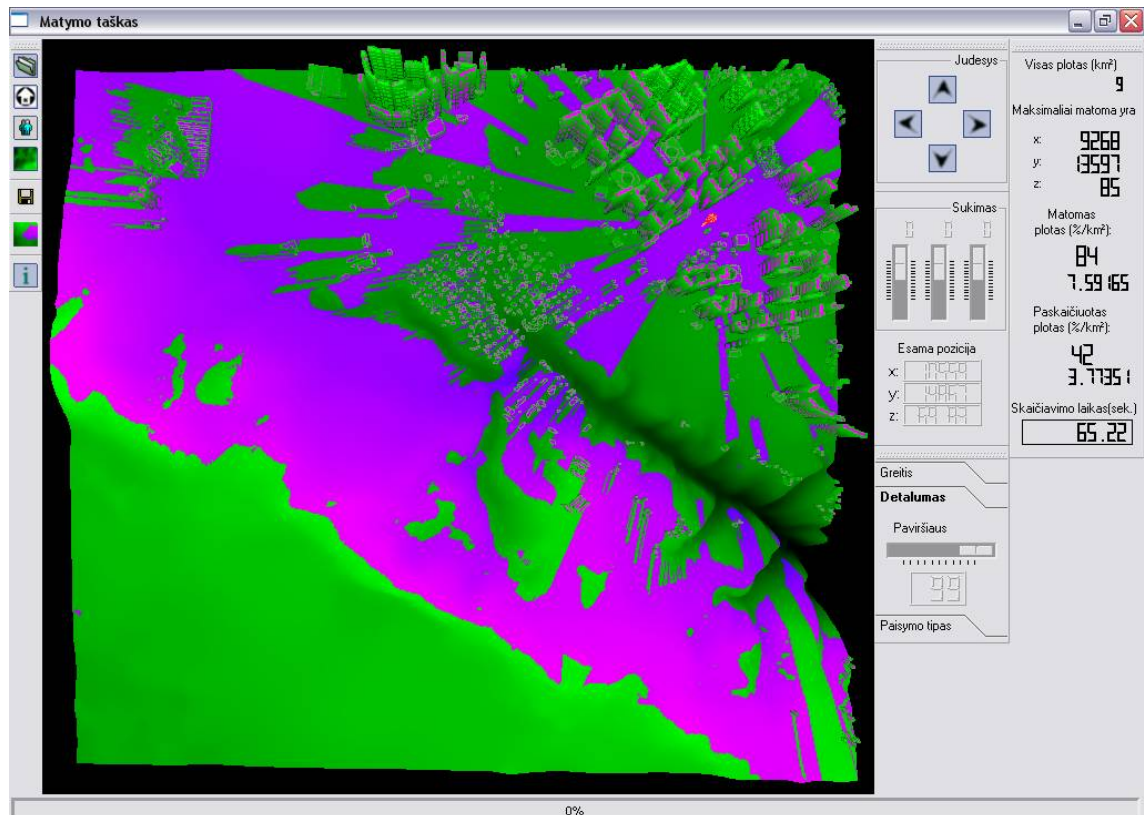


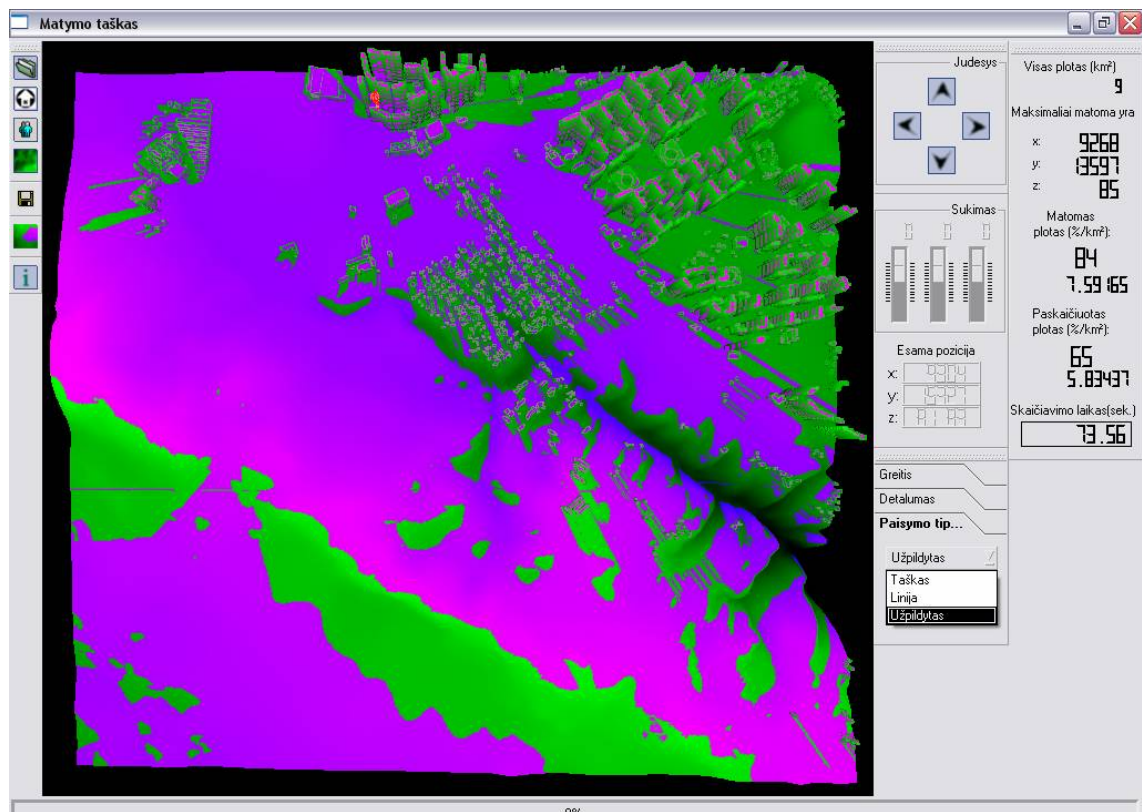
19 pav. Darbo laiko apskaita

- ✓ Atlikus paviršiaus tyrimą, kiekvienu atveju automatiškai į bylą rezultatai.txt generuojama darbo ataskaita, kurioje rodoma:
 - Tirtos teritorijos plotas (km²);

- Matomos teritorijos dalies plotas (km²);
 - Informacija apie stebėjimo taško padėtį (X,Y,Z);
 - Skaičiavimui sugaištas laikas (s).
- ✓ Galimybė eksportuoti tyrimo rezultatus grafiniais failų formatais (*.bmp). Sugeneruota ataskaita rodoma vartotojui nuotraukų ar paveikslukų peržiūros priemonėmis;

✓ *Darbo ataskaita:*





21 pav. Darbo ataskaita

- *Žalia spalva* – teritorija, kuri nėra tiesiogiai matoma iš stebėjimo taško, taip pat nuo pastatų krentantys šešėliai. Spalvos patamsėjimas – Z koordinatės reikšmės mažėjimas;
- *Raudona spalva* – teritorija, kuri tiesiogiai yra matoma iš stebėjimo taško. Spalvos perėjimas į mėlyną – Z koordinatės reikšmės mažėjimas;
- *Stebėjimo taškas* – ryškiai raudona spalva. Yra geriau matomas pasukus vaizdą bet kurios koordinatės ašies atžvilgiu.

2.9 Produkto kokybės įvertinimas

Sistemos kokybės vertinimo kriterijai:

- Funkcionalumas:
 - Produkto korektiškumas – atspindintis programos atitikimą numatytai specifikacijai ir tenkinantis apibrėžtus vartotojo poreikius;
 - Patikimumas - nusako numatyto funkcionalumo tenkinimą su reikalaujama tikslumu;
 - Efektyvumas - apibrėžia kompiuterinius resursus reikalingus programinei įrangai;
 - Panaudojamumas - įvertinamas kaip pastangos, reikalingos išmokyti dirbti su sistema, ja naudotis, išmokyti interpretuoti gautus rezultatus.
- Kriterijai susiję su tolesniu vystymu:
 - palaikomumas - nusako pastangas, kurios reikalingos aptikti ir ištaisyti programos klaidas;
 - lankstumas – reikalingos pastangos, norint ateityje modifikuoti sistemą.

PĮ sistemos kokybė bus vertinama sistemos testavimo metu, bei įvertinant vartotojų atsiliepimus (anketos vartotojams).

Išvados

1. Ištirta tiesioginio matomumo zonų nustatymo problema, galimas pritaikymas;
2. Atlikta išsami esamos programinės įrangos analizė, specializuotai programinei įrangai keliami reikalavimai bei vartotojų poreikiai;
3. Sukurta ir testuota programa, kurios pagalba galima nustatyti tiesiogiai matomas duotos teritorijas zonas iš pasirinkto stebėjimo taško;
4. Programa išbandyta su realiais Kauno miesto duomenimis;
5. Programos vykdymo laikas yra priimtinas realiems uždaviniams spręsti.
6. Programa gali būti taikoma spręsti uždaviniams, susijusiems su tiesioginiu matomumu: radijo, televizijos, bevielio interneto, mobiliojo ryšio, teritorijų planavimo, renginių organizavimo, teritorijų planavimui ir pan.

Literatūra

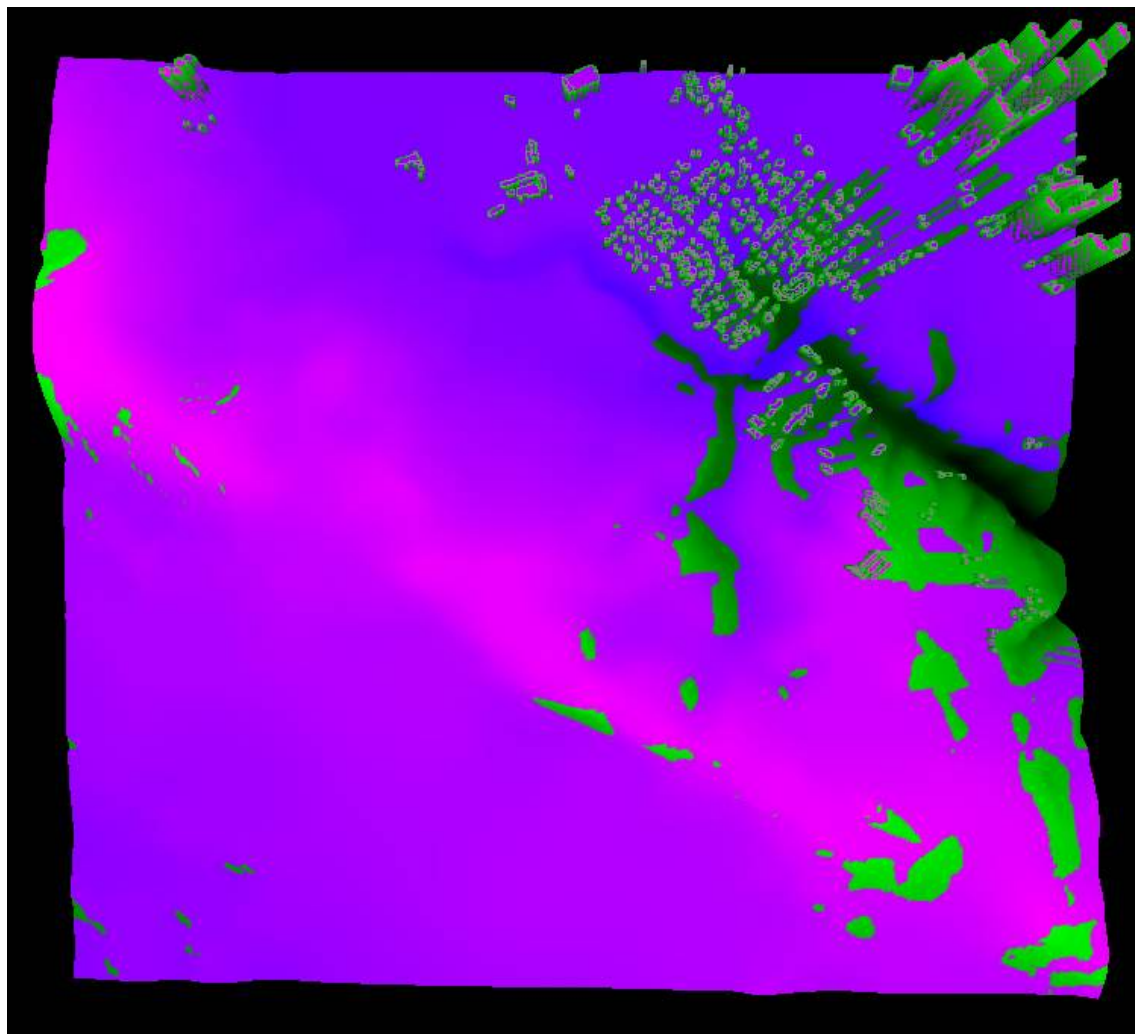
1. Environmental Systems Research Institute, INC. ARC/INFO Data Model, Concepts & Key Terms.
2. Environmental Systems Research Institute, INC. ARC Commands. Visibility. Version
3. Lietuvos – Islandijos bendros įmonės HNIT-BALTIC GeoInfo Servisas programinės įrangos aprašymas <http://www.cellular-expert.com>.
4. Applications in Coastal Zone Research and Management (1993). Explorations in
5. Geographic Information Systems Technology, Vol. 3. Worcester, USA.
6. Change and Time Series Analysis (1994). Explorations in Geographic Information Systems Technology, Vol. 1. Worcester, USA.
7. Blender3d Org [interaktyvus]. [žiūrėta 2004-04-18], prieiga per internetą: <http://www.blender3d.org/About/>
8. Brutzman D. Extensible 3D (X3D) Graphics and Document Object Model (DOM)[interaktyvus]. [žiūrėta 2004-01-05] prieiga per internetą: <http://www.web3d.org/TaskGroups/x3d/slides/BrutzmanX3dDomEventIssues2001FebruaryW3cTechnicalPlenary.ppt>
9. Carey R., Bell C., Marrin C. ISO/IEC 14772-1:1997 Virtual Reality Modeling Language (VRML97)[interaktyvus]. [žiūrėta 2004-01-04], prieiga per internetą: <http://www.web3d.org/Specifications/VRML97/part1/scope.html>
10. A.Lenkevičius, J.Matickas „Kompiuterinė grafika“ , Kaunas 2001

Terminų ir santrumpų žodynas

Pavadinimas	Paiškinimas
API	<i>Application Programming Interface</i> – programinės įrangos kūrimo priemonės
CAD	<i>Computer Aided Design</i> – kompiuterių panaudojimas projektavimui
DirectX	Grafikos programavimo sistema (API)
MFC	<i>Microsoft Foundation Classes</i> – Microsoft objektų biblioteka Windows programavimui
NURBS	<i>NonUniform Rational B-Splines</i> – netolygūs racionalieji B splainai
OpenGL	Grafikos programavimo sistema (API)
PI	Programinė įranga
Win API	<i>Windows Application Programming Interface</i> – Programinės įrangos kūrimo priemonės Windows aplinkoje
SDI	<i>(Single Document Interface)</i> – grafinė sąsaja
XML	<i>eXtensible Markup Language</i> – duomenų struktūrų standartas

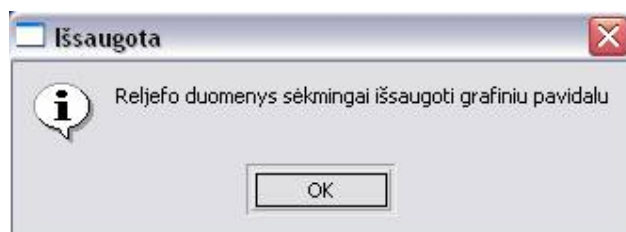
Priedai

Priedas Nr.1 „Darbo_ataskaita.bmp”



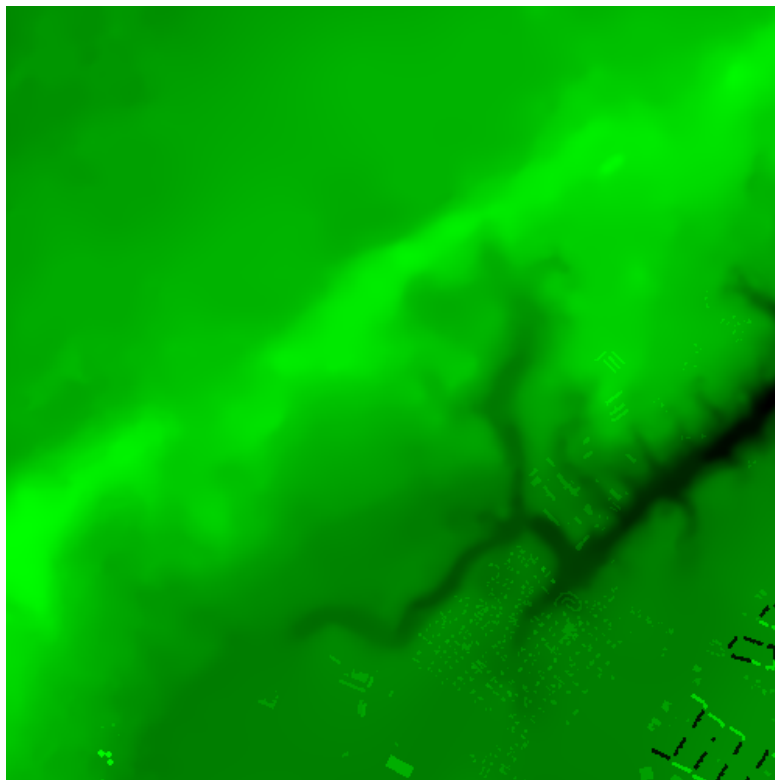
22 pav. Darbo_ataskaita.bmp

Priedas Nr.2 „Reljefo duomenys išsaugoti“



23 pav. Reljefo duomenys išsaugoti

Priedas Nr.3 „Navigacinis_langas.bmp“



24 pav. Navigacinis_langas.bmp

Priedas Nr.4 „Rezultatai.txt“

Kiekvienas tiriamos teritorijos skaičiavimas įrašomas viena eilute i bylą rezultatai.txt

x: 8988.700 y: 13742.000 z: 85.077 -> [procentine dalis]:87 [S]:5.464

- *x: 8988.700* – stebėjimo taško X koordinatė;
- *y: 13742.000* – stebėjimo taško Y koordinatė;
- *z: 85.077* – stebėjimo taško Z koordinatė;
- *[procentine dalis]:87* – tirtos teritorijos matoma zona nuo bendro teritorijos ploto (%);
- *[S]:5.464* – laikas, sugaištas paviršiaus tyrimui.