



VILNIAUS UNIVERSITETAS  
GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS  
Kartografijos centras

Giedrius Motiejūnas

**PANORAMINIO VAIZDO TYRIMO METODIKA IR TAIKYMAS  
(ARCGIS PROGRAMINIO PAKETO PAGRINDU)**

**METHODOLOGY OF INVESTIGATION AND APPLICATION OF VIEWSHED  
(USING PROGRAM PACKAGE OF ARCGIS)**

Baigiamasis magistro darbas

Studijų programa – Kartografija

Vadovas: Prof. A. Česnulevičius

Vilnius, 2008

Baigiamasis magistro darbas  
Pavadinimas: **Panoraminių vaizdo  
tyrimo metodiką ir taikymas (ArcGIS  
programinio paketo pagrindu)**

Autorius: Giedrius Motiejūnas

Kalba  
 lietuvių  
 užsienio

### **Santrauka:**

Šiame darbe nagrinėjama panoraminio vaizdo tyrimo metodikos ir taikymo problematika. Aptariami pagrindiniai algoritmai naudojami ArcGIS programoje. Darbe pateikiama keletas pavyzdžių, kaip panoraminio vaizdo tyrimai taikant GIS programinę įrangą yra pritaikomi praktikoje. Antroje darbo dalyje yra atliekamas tyrimas, kurio tikslas išsiaiškinti, ar racionalu ir reikalinga būtų taikyti panoraminio matomumo tyrimus žemėlapyje, nekilnojamo turto reklama užsiimančiuose interneto puslapiuose. Tyrimo rezultatai atskleidžia, kad vietovės vaizdingumas yra svarbus veiksnys renkantis nekilnojamą turtą, o žmonės yra pasiruošę naudotis naujomis žemėlapių funkcijomis suteikiančiomis daugiau galimybių atliekant nekilnojamo turto vertinimą, tačiau panoraminio matomumo įrankio diegti į sistemas nerekomenduojama, dėl darbe aptariamų šios funkcijos trūkumų. Kita vertus autorius siūlo diegti naujas funkcijas, kurios pagerintų nešališką nekilnojamo turto vertinimą.

### **Summary:**

Work is developing the problem of methodology and applications of viewshed. Author is writing about main algorithms of this GIS function in ArcGIS program. Few practicable applications of viewshed are presented at work also. Item, some problems of these algorithms and applications of viewshed are developing. In second part of work author presents research about applications of viewshed for the internet web sites where is presented commercial of realty. The result consequent upon the research said that visibility is one of the main criterions of realty. Also Purchasers are ready for innovations of geographical information systems. On the other hands realty needs new GIS and mapping applications. In the conclusion of work author says that it is not worth to add the tool if viewshed to GIS systems to web pages of commercial of realty, because this tool have some problems for applications. On the other hand author suggests add some other functions to these maps which will improve neutral evaluation of realty.

### **Reikšminiai žodžiai:**

Panoraminis matomumas, vizavimo linija, skaitmeninis reljefo paviršiaus modelis.

### **Keywords:**

Viewshed Analysis, Line of Sight, Digital Terrain Modell.

## TURINYS

<b>IVADAS</b> .....	<b>5</b>
1.1 Darbo tikslas ir uždaviniai.....	6
1.2 Darbo naujumas ir aktualumas.....	6
1.3 Darbo metodika.....	8
1.4 Literatūros apžvalga.....	8
<b>2 PANORAMINIO VAIZDO KŪRIMO METODIKA NAUDOJANT GIS PROGRAMINĘ ĮRANGĄ</b> .....	<b>9</b>
2.1 Reikalavimai žemėlapiui.....	9
2.2 Reikalavimai skaitmeniniam reljefo modeliui.....	9
2.3 GIS programinės įrangos taikymas matomumo tyrimams atlikti.....	10
2.3.1 Duomenų paruošimas matomumo analizės atlikimui.....	11
2.3.1.1 Skaitmeninio reljefo modelio kūrimas.....	11
2.3.1.2 Skaitmeninio reljefo modelio duomenų taisa.....	12
2.3.2 Vizavimo linijos metodas.....	14
2.3.3 Vizavimo linijos kūrimo ArcGIS programine įranga metodika.....	15
2.3.4 Panoraminio matomumo tyrimo metodas.....	15
2.3.5 Rezultatų pateikimas ir žemėlapių, atspindinčio matomumą vietovėje, kūrimas.....	18
2.4 Panoraminio vaizdo kūrimo algoritmas.....	18
2.5 Žemės išlinkio ir šviesos lūžio algoritmai.....	22
2.6 Pagrindiniai panoraminio vaizdo skaičiavimo algoritmai.....	23
<b>3 MATOMUMO TYRIMŲ TAIKANT GIS PROGRAMINĘ ĮRANGĄ</b>	
<b>PROBLEMATIKA</b> .....	<b>28</b>
3.1 Erdvinių duomenų problematika panoraminio vaizdo tyrimo kontekste.....	28
3.2 GIS programinės įrangos problematika panoraminio vaizdo tyrimo kontekste.....	30
<b>4 PANORAMINIO VAIZDO TYRIMŲ, TAIKANT GIS PROGRAMINĘ ĮRANGĄ, PRITAIKYMAS</b> .....	<b>32</b>
4.1 Panoraminio vaizdo tyrimo pritaikymas telekomunikacijoms.....	32

4.2	Panoraminio vaizdo tyrimo pritaikymas archeologijoje.....	34
4.3	Panoraminio vaizdo tyrimo pritaikymas architektūroje .....	37
4.4	Panoraminio vaizdo tyrimo pritaikymas kosminiuose tyrimuose .....	39
<b>5</b>	<b>PANORAMINIO VAIZDO TYRIMŲ ŽEMĖLAPYJE PRITAIKYMAS</b>	
	<b>NEKILNOJAMOJO TURTO REKLAMOJE .....</b>	<b>41</b>
5.1	Žemėlapių reikalingumas NT reklamą teikiančioms svetainėms .....	44
5.2	Žemėlapių, pateikiamų NT svetainėse, kokybės vertinimas .....	45
5.3	Pagrindiniai veiksmai atliekami žemėlapiuose.....	46
5.4	Interaktyvaus žemėlapių funkcijų praplėtimas .....	47
5.5	Vietos vaizdingumo ir objekto vertės ryšio įvertinimas .....	48
5.6	Vaizdingumo perteikimo priemonės .....	49
5.7	Vietos vaizdingumo įvertinimo metodo naudojimas.....	50
5.8	Tyrimo apibendrinimas .....	51
<b>6</b>	<b>IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....</b>	<b>53</b>
	LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	55
	PRIEDAI .....	57

## IVADAS

Pirmą kartą apie panoraminio vaizdo analizę, taikant GIS programinę įrangą, trumpų užsiminimų radau prieš metus, rašydamas metinį mokslinį pranešimą, kartografijos magistrantūros studijoms. Tuo metu tai pasirodė gan nauja ir mažai nagrinėta tema. Pats savo darbuose nemažai susiduriu su panoraminiais fotovaizdais ir kartais tekdavo atsidurti situacijose, kuomet labai pravartus būtų buvęs žemėlapis, kuriame būtų galima išvelgti panoraminį matomumą iš tam tikrų taškų. Tačiau iki tol išsamesnių aprašymų, kaip panoraminis matomumas yra tiriamas žemėlapiuose arbe naudojant GIS programinę įrangą neteko sutikti.

Ėmus gilintis į temą, paaiškėjo, kad tai gan aktuali bei problematiška tema, kuri yra palčiai nagrinėjama kai kurių užsienio autorių.

Pasirodė, kad tema yra aktuali plačiam ratui mokslininkų: architektams, kraštotvarkininkams, miškininkams, o taip pat ir specialiosioms tarnyboms.

Panoraminio matomumo tyrimai paprastai atliekami skaitmeniniuose paviršiaus reljefo modeliuose naudojant GIS programinę įrangą. Ši dažniausiai turi keletą paviršiaus modelių tyrimo įrankių. Keli iš įrankių yra skirti tirti matomumą iš vieno ar kelių taškų arba, kaip šiame darbe akcentuojama – panoraminį matomumą. Todėl darbe aptariami visi panoraminio matomumo tyrimo etapai, nuo duomenų surinkimo vietovėje iki konkretaus atsakymo apie panoraminį matomumą pateikimo.

Vienas iš šio darbo tikslų ir yra išsiaiškinti ir pateikti pasiūlymus, kur konkrečiai būtų įmanoma panaudoti panoraminio vaizdo tyrimus atliktus GIS programine įranga ir ar jei atneštų aiškiai suprantamos ar apčiuopiamos naudos.

Už pagalbą rašant darbą norėčiau padėkoti puslapiui [www.indigital.lt](http://www.indigital.lt) suteikusiam galimybe atlikti vieno iš savo internetinio projekto lankytojų apklausą bei St. Louis apygardos policijos departamentui (JAV) už bendradarbiavimą ir suteiktą informaciją.

## 1.1 Darbo tikslas ir uždaviniai

Šio darbo tikslas yra: *Atlikti panoraminio vaizdo kūrimo problemas analizę ir sukurti praktinio vaizdo pritaikymo metodiką, taikant GIS programinę įrangą.*

Siekiant tikslo buvo sprendžiami tokie uždaviniai:

- Panoraminio vaizdo tyrimo žemėlapyje metodikos, taikant ArcGIS programinę įrangą, analizė.
- Panoraminio vaizdo tyrimo, taikant GIS programinę įrangą, problematikos analizė.
- Panoraminio vaizdo tyrimo metodo praktinių pritaikymo pavyzdžių analizė.
- Panoraminio vaizdo tyrimo metodo pritaikymo galimybių įvertinimas (nekilnojamo turto pavyzdžiu) ir pasiūlymų pateikimas.

## 1.2 Darbo naujumas ir aktualumas

Kartografinių modelių (klasikinis kartografinis modelis yra žemėlapis) tyrimo būdų tyrimas, yra viena didžiausių kartografijos problemų, sprendžiamų nuo šio amžiaus pradžios (Ramonas, 1998).

Kaip jau minėta įvade šiame darbe yra nagrinėjamas panoraminio matomumo įrankis jo galimybės ir pritaikymas.

Dabartinėse geografinėse informacinėse sistemose matomumo analizė dažnai būna viena pagrindinių funkcijų. Kita vertus, matomumo analizės įrankis yra vienas keliančių daugiausiai problemų GIS programinės įrangos įrankių, nes jis tyrimų medžiagą įneša paklaidą (Kinder ir kt., 2001).

Paviršiaus modeliai, kurie dažniausiai būna vaizduojami trijose dimensijose (3D), yra vertinami gan prieštaringai, nes kuriant 3D modelius visuomet atsiranda paklaida. Žinoma jos dydis priklauso nuo duomenų, su kuriais dirbama, kokybės. Mažoms teritorijoms šie duomenys gali būti surenkami gana tiksliai ir teoriškai gali būti pasiekiami tokie rezultatai, kuomet įnešama paklaida neturės įtakos arba ji bus minimali, bet dažniausiai dirbant su 3D modeliais mus domina didesnės teritorijos. Čia išskyla dvi problemas: pirmoji yra ta, kad šiais laikais nėra sudėtinga surinkti tikslus ir kokybiškus duomenis, tačiau jiems apdoroti reikalingi „super kompiuteriai“ (žvelgiant iš mūsų laikų pozicijos). Antra gamintojų požiūris į panoraminio vaizdo įrankį. Pasak B. D. Kinder, nuo GIS atsiradimo 1967 m. ir pirmųjų matomumo tyrimo funkcijų įdiegimo šioje srityje didelės pažangos nematyti (Kinder, 2001).

Negalima teigti, kad šis darbas yra naujas pasauliniu požiūriu. Dauguma mokslininkų užsienio, ypač JAV universitetuose, tyrinėja panoraminio matomumo metodiką, šia tema yra parašyta nemažai straipsnių, o pati metodika taikoma daugelyje sričių.

Situacija Lietuvoje yra kitokia. Kartografijos srityje nėra publikuota nei vieno darbo šia tema. Dėl šios priežasties, manau, galima teigti, kad pristatomas tyrimas yra naujas ir turi perspektyvą.

Analizuojant pavyzdžius, kuriuose buvo panaudota panoraminio vaizdo tyrimo metodika paaiškėjo, kad ši tema yra gan aktuali architektams, kraštotvarkininkams, miškininkams, specialiosioms tarnyboms, o taip pat pasitarnauja ir kosminiuose tyrimuose.

### **1.3 Darbo metodika**

Rašant darbą buvo naudojami tokie metodai:

- informacijos rinkimo ir rūšiavimo;
- informacijos analizės ir sisteminimo;
- aprašomasis;
- apklausų sudarymo;
- statistinės analizės;
- statistinių diagramų sudarymo;
- grafinės analizės.

### **1.4 Literatūros apžvalga**

Vykdam šį tyrimą daugiausiai buvo remiamasi užsienio autorių darbais. Dažniausiai tai buvo straipsniai bei moksliniai darbai, pateikti internetinėse straipsnių talpyklose. Didele problema buvo ribotos priėjimo prie tokių talpyklų galimybės bei apmokestinamas priėjimas. Nemažai informacijos šia tema buvo rasta internete, ypač ESRI kompanijos ArcGIS naudotojams sukurtoje svetainėje.

Rašant darbą labai padėjo St. Louis apygardos policijos departamentas (JAV) suteikęs informacijos apie praktinį panoraminio vaizdo tyrimo metodo pritaikymą tobulinant 911 pagalbos telefonų tinklą.

Tyrimui pasitaravo R. Tumo knyga „Aplinkos geoinformacijos sistemos“ (Tumas, 2004), kurioje aiškiai išdėstyta daug naudingos informacijos apie geografines informacines sistemas ir kuri šio darbo autoriui padėjo suprasti daugelį GIS panaudojimo niuansų.



## **2 PANORAMINIO VAIZDO KŪRIMO METODIKA NAUDOJANT GIS PROGRAMINĘ ĮRANGĄ**

### **2.1 Reikalavimai žemėlapiui**

Analizuojant realią aplinką iš apibrėžto taško, labai didelę įtaką tokiai analizei turi tiriamos vietovės reljefas (Booth, 2000).

Tiriant panoraminį matomumą svarbiausias jį lemiantis reiškinys yra reljefas. Įtakos analizei taip pat turi ir kiti reiškiniai: miškai, pastatai oro sąlygos. Visų šių reiškinų ir objektų charakteristikos (aukštis) yra žymimos tik labai detaliuose ir dažniausiai specifinėms užduotims spręsti skirtuose žemėlapiuose.

Atitinkamai svarbiausias rodiklis, kurį reikia žinoti tiriant panoraminį matomumą, yra *aukštis*. Topografiniuose žemėlapiuose yra įprasta pateikti reljefo aukštį. GIS žemėlapiuose aukštis yra įvedamas kaip atributinė, tam tikro sluoksnio reikšmė, o vaizdžiai jis dažniausiai pateikiamas izolinijomis.

Tai leidžia daryti išvadą, kad norint žemėlapyje bent jau preliminariai tyrinėti panoraminį matomumą, svarbu žinoti mažiausiai du tiriamos vietovės rodiklius – aukštį ir, jei tai nėra reljefas, – užimamą plotą (miškas, namas).

### **2.2 Reikalavimai skaitmeniniam reljefo modeliui**

Tiriant panoraminį vaizdą žemėlapyje, pirmiausiai yra sudaromas tiriamos vietovės 3D modelis. 3D modelio tyrinėjimas yra vienas iš pagrindinių būdų, nagrinėjant panoraminį matomumą. Tiksliau tariant panoraminio vaizdo kūrimas ir yra vienas iš 3D modelio analizės būdų. Todėl toliau darbe bus laikomasi nuostatos, kad tolimesniems tyrimams naudojamas 3D modelis yra sukurtas ir

naudojamas pagal visus jam keliamus reikalavimus ir teisingą 3D modelio kūrimo metodiką. (Booth, 2000).

Vaizdo tyrimams įprastai būna naudojami skaitmeniniai paviršiaus modeliai **DEM** (*angl. Digital Elevation Model*), kurie dažniausiai būna dviejų tipų, tai:

- **DTM** (*angl. Digital Terrain Model*) – Skaitmeninis reljefo (aukščių) modelis (lietuviškas sutrumpinimas SRM) suprantamas kaip Žemės paviršiaus dalies skaitmeninis atvaizdis. Tai yra 2,5D (ne trijų matavimų, bet dviejų plius paviršiaus aukštis kaip požymis. x, y ir [p]) paviršius (zona).
- **TIN** (*angl. Triangulated Irregular Network*) – netaisyklingųjų trikampių tinklas (NTT). Dažnai aukščiai žemėlapiuose yra pavaizduoti Horizontalėmis. Tai neparankūs įkėlimui į kompiuterį duomenys, nors horizontalės reljefą perteikia pakankamai vaizdžiai. Norint įkelti į kompiuterį šiuos duomenis reikia juos paversti rastriniais (uždėti tinklelį) arba naudotis netaisyklingųjų trikampių tinklo (NTT) modeliu (Tumas, 2004; <http://www.wikipedia.org>)

### **2.3 GIS programinės įrangos taikymas matomumo tyrimams atlikti**

Norint sužinoti kurias paviršiaus dalis galima pamatyti iš duoto taško didelę įtaką turi tiriamos vietovės reljefas. Jis leidžia spręsti, ką įmanoma pamatyti iš tam tikros vietos yra svarbus elementas nustatant nekilnojamojo turto vertę, statant vietos telekomunikacijų bokštus, ar išdėstant karines pajėgas.

ArcGIS „3D Analyst“ leidžia nustatyti paviršiaus matomumą iš pasirinkto taško, palei nurodytą vizavimo liniją ar per visą paviršių viewshed. (Booth, 2000).

Yra du pagrindiniai matomumo analizės metodai, tai:

- vizavimo linijos metodas (*angl. Line of Sight*);

- panoraminio matomumo tyrimo metodas (*angl. Viewshed*).

Norint atlikti šiuos tyrimus reikia įvykdyti tokius punktus:

- surinkti informaciją apie vietovę (reljefo aukštį, pastatų, miškų ir kitų paviršiaus; objektų galinčių turėti įtakos matomumui aukštį ir plotą;
- pagal šiuos duomenis paruošti skaitmeninį reljefo (ir kitų objektų jei yra) modelį;
- atlikti skaitmeninio reljefo modelio duomenų taisymą;
- atlikti tyrimą;
- pateikti rezultatus;

### **2.3.1 Duomenų paruošimas matomumo analizės atlikimui**

#### 2.3.1.1 Skaitmeninio reljefo modelio kūrimas

Reljefas turi būti taip sukurtas, kad įkeltus į kompiuterį aukščio duomenis būtų galima naudoti GIS skaičiavimams. Nustatyta, kad geriausi skaitmeninio reljefo aukščio duomenų modeliai yra stačiakampis tinklėlis (rastrinis) ir netaisyklingųjų trikampių tinklas (vektorinis). Paminėti abu modeliai turi ir privalumų, ir spragų. Stačiakampiu tinkleliu padengtas plotas parankus renkant lygių plotų aukščio duomenis. Šiuo modeliu kompiuteryje pateikti duomenys yra nesunkiai pertvarkomi, patogų skaičiuoti. Kalvotųjų plotų reljefas geriau išreiškiamas netaisyklingųjų trikampių tinklu, tačiau kebliau tokius duomenis pertvarkyti bei skaičiuoti. Ne visada pavyksta surinkti pakankamai duomenų. Kartais apie vietovės aukščius nieko nežinoma. Interpoliuojant pavyksta papildyti trūkstamus duomenis. Interpoliuojama norint nustatyti reljefo aukščius:

- paskirame vietovės taške ( $z$  koordinatė);
- papildant, sutankinant turimą aukščių tinklelį ( $z$ );

- nustatant horizontalėmis pavaizduotų aukščių taškų išsidėstymą (tiek išilgai, tiek tarp horizontalių  $x, y$ ).

Teigiama, kad:

- nėra akivaizdaus tobulo interpoliavimo;
- interpoliavimo metodo;
- interpoliavimo kokybė priklauso nuo originaliųjų (pagal kuriuos interpoliuojama) aukščio duomenų tankio ir kokybės;
- interpoliavimo metodą geriausia rinktis atsižvelgiant į reljefo pobūdį;
- reikia pasirinkti efektyvų skaičiavimo ir pakankamo tikslumo metodą (Tumas, 2004).

### 2.3.1.2 Skaitmeninio reljefo modelio duomenų taisa

Dažniausiai prieš taisant reljefo aukščius reikia atrinkti (glodinti), jungti, taip pat vienas duomenų struktūras keisti kitomis (stačiakampį tinklą versti NTT ir atvirkščiai). Taisant aukščio duomenys papildomi naujais, ištaisomos klaidos.

Erdvinis glodinimas (atranka) suprantamas kaip erdvinio paviršiaus tinklelio stačiakampio branduolio sudarymas, kurio centre esančios ląstelės turinys apskaičiuojamas kaip viso branduolio ląstelių funkcija. Tai vadinama sąsuka. Branduolį dažniausiai sudaro 9 ląstelės ( $3 \times 3$ ), tačiau jis gali būti ir didesnis ( $5 \times 5, 7 \times 7$ ). Erdvinės atrankos tikslas . glodinti, nes atsitiktiniai

dydžiai iškreipia erdvinį paviršių. Antai vaizduojant reljefą atsitiktiniai aukščiai gali gerokai iškreipti analizuojamą paviršių. Taigi 9 ląstelių branduolio (**1.1 pav.**) vidurinė ląstelė apskaičiuojama pagal aplinkinių 8 ląstelių turinį:

$C_{i-1,j-1}$	$C_{i,j-1}$	$C_{i+1,j-1}$
$C_{i-1,j}$	$C_{i,j}$	$C_{i+1,j}$
$C_{i-1,j+1}$	$C_{i,j+1}$	$C_{i+1,j+1}$

**1.1 pav.** 9 (3x3) rastro ląstelių branduolys, kurio centre esanti ląstelė yra aplinkinių 8 ląstelių funkcija.

Branduolio centrinės ląstelės turinys kinta priklausomai nuo to, kokį erdvinį filtrą numatoma naudoti. Tai gali būti gretimų ląstelių minimumas, maksimumas, suma (**1.2 pav.**) bei kiti matematiniai veiksmai: daugyba, dalyba, logaritmavimas, loginiai pertvarkymai.

	2	3	4	
	1	3	5	
	3	4	6	

A

	2	3	4	
	1	1	5	
	3	4	6	

B

	2	3	4	
	1	31	5	
	3	4	6	

C

	2	3	4	
	1	6	5	
	3	4	6	

D

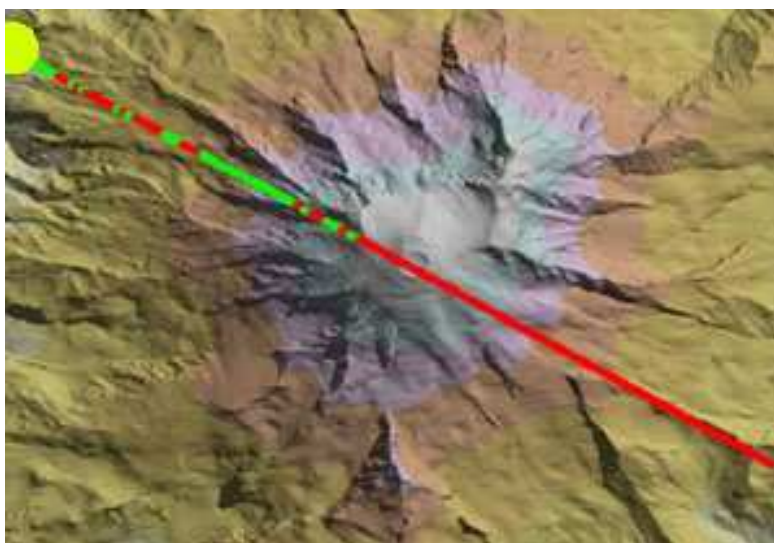
**1.2 pav.** Stačiakampis branduolys kurio pradinė centrinė ląstelė 3 (A) kinta pagal atitinkamus kitų ląstelių matematinius veiksmus: ieškant minimumo – 1(B), ląstelių sumos – 31 (C), maksimumo – 6 (D).

Literatūroje rašoma, kad atranka siekiama tolygiai ir netolygiai glodinti. Antai tinkleliu išdėstytus Žemės paviršiaus aukščius glodinama tolygiuoju glodinimu. Tuomet kiekviena gauta ląstelės vertė (požymis) yra dauginama iš branduolio centro vidurkio (centrui aplinkinių ląstelių verčių vidurkio) ir jos santykinio svorio 1/9 (3 × 3 ląstelių branduolys). Rezultatas sumuojamas.

Netolygiai glodintas atvaizdis yra lygus originaliajam atvaizdžiui (neglodintajam) atimant tolygiai glodintą atvaizdį. Šiuo atveju iš kiekvienos neglodinto atvaizdžio ląstelės vertės atimama glodinto atvaizdžio ląstelės vertė. Glodinama naudojantis specialiai sukurtais operatoriais-komandomis, tačiau šis procesas yra žymiai paprastesnis, kuomet naudojamosi modernia programine įranga (Tumas, 2004).

### 2.3.2 Vizavimo linijos metodas

Vizavimo linija nurodo ar matote pasirinktą tašką „taikini“ iš kito pasirinkto taško (pavyzdžiui to kuriame esate). Kitaip tariant atsako į klausimą „Ar aš galiu tai pamatyti iš čia?“ (**1.3 pav.**).



**1.3 pav.** Vizavimo linija. Žalia spalva pažymima reljefo atkarpa, kuri yra matoma iš stebėtojo pozicijos, raudona – nematoma. Geltonai pažymėtas stebėtojos taškas.

Vizavimo linija (*angl. line of sight*) yra linija tarp dviejų taškų. Išvesta per analizuojamą paviršių, ji parodo paviršiaus dalis, kurios yra matomos ar paslėptos nuo stebėtojo. Vizavimo linija leidžia nustatyti, ar duotas taškas yra matomas iš stebėtojo pasirinkto taško. Jei vietovė slepia tikslą, galima pamatyti, kur yra kliūtis ir kas dar yra matoma ar paslepiama palei vizavimo liniją. Iš

vizavimo taško matoma dalis paprastai vaizduojama žalios spalvos linija, o paslėpta (nematoma) dalis – raudonos spalvos linija (Booth, 2000).

### **2.3.3 Vizavimo linijos kūrimo ArcGIS programine įranga metodika**

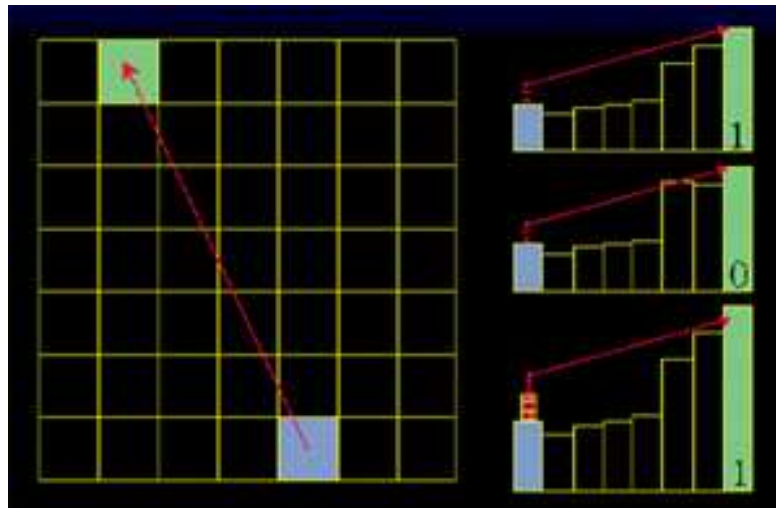
Vizavimo linija yra įmanoma sukurti tik ArcMap aplinkoje naudojant 3D analyst plėtinį. Po sukūrimo ją galima nukopijuoti ir įsikelti į bet kokią ArcGIS programos aplinką, pavyzdžiui ArcScene arba ArcGlobe.

Norint sukurti vizavimo liniją, reikia atlikti šiuos veiksmus:

1. ArcMap'o aplinkoje 3D plėtinyje yra pasirenkama funkciją „kurti vizavimo linija“ (*angl. Create Line of Sight*).
2. Pagal pageidavimą galima įvesti stebėtojo akių aukštį (*angl. Observer offset*). Tai yra iš kokio aukščio yra stebimas objektas į kurį vizuojama. Jei akių aukštis paliekamas 0, tai akių aukščiu yra laikomas to taško reljefo aukštis 3D modelyje. Natūralu yra tai, kad stebint iš aukštesnės pozicijos galima pamatyti daugiau.
3. Pasirenkamai galima įvesti objekto aukštį (*target offset*). Tai yra jei objektas yra iškilęs virš reljefo (stulpas, namas), tai įvedamas jo aukštis. Natūralu yra tai, kad aukščiau iškilę objektai yra geriau matomi (Booth, 2000).

### **2.3.4 Panoraminio matomumo tyrimo metodas**

Matomumo (*angl. Viewshed*) įvertina kokia teritorijos dalis (ir konkrečiai nurodo kuri) yra matoma iš pasirinkto taško (arba kelių taškų). Tai tarsi atsakymas į klausimą: „ką aš galiu pamatyti iš pasirinkto taško?“.



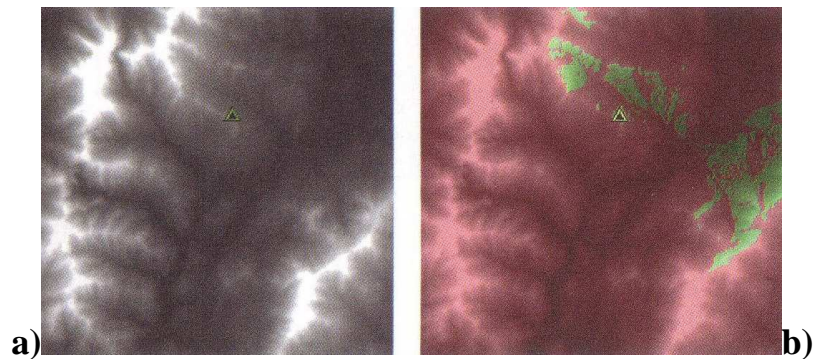
**1.4 pav.** Panoraminio matomumo tyrimas raster. Mėlyna spalva – stebėtojas, žalia – stebėjimo taškas.

Atliekant panoraminio matomumo analizę yra identifikuojami taškai (pikseliai) tyrinėjamame rastre ir nustatoma, kurie iš jų gali būti pamatyti iš pasirinkto stebėjimo taško, o kurie yra nematomi. Atliekant analizę yra įvertinama kiekvienas taškas ir jam suteikiama vertė. Jei taškas yra matomas iš kito, pasirinkto (stebėjimo) taško, jis gauna vertę lygią 1, o visi kiti, kurių neįmanoma pamatyti gauna vertę lygia 0 (**1.4 pav.**).

Matomumą yra paranku apskaičiuoti tuomet, kai reikia sužinoti kurie apskritai objektai yra matomi iš pasirinkto taško. Pavyzdžiui:

- Ar iš tam tikros vietos bus matomi vandens bokštai, jei jie bus pastatyti parinktoje vietoje.
- Koks vaizdas atsiveria nuo pasirinkto kelio?
- Ar tai bus gera vieta telekomunikacijų bokštui ir t.t.





**1.5 pav.** Panoraminio matomumo analizė:  
 a) pasirenkamas taškas (žalios spalvos trikampis); b)  
 žalia spalva - iš pasirinkto taško matoma teritorija,  
 raudona spalva – nematoma.

**1.5a pav.** matome nurodytą tašką iš kurio bus išskaičiuojamas panoraminis matomumas. Čia reljefas išreikštas spalvomis: kuo tamsesnė spalva – tuo žemesnė vieta ir atvirkščiai, aukščiausios vietos yra šviesios. Vieta iš kurios stebimas vaizdas (vizavimo taškas) pažymėta žaliu trikampiu (atliekant analizę galima nurodyti stebėjimo vietos aukštį). **1.5b pav.** matome tą pačią teritoriją, su jau atlikta matomumo analize. Žaliai yra nuspalvinamos ląstelės, kurias įmanoma pamatyti iš stebimo taško, raudonai – tos kurių negalima pamatyti.

Norint dar labiau išryškinti ryšius tarp vietovės ir matomumo, bei vaizdą padaryti realesnį, galima pasinaudoti šešėlių funkcija, tačiau ji šiame darbe nebus atskirai nagrinėjama, nes tai yra atskiras kartografinio modelio tyrimo metodas.

Naudojant matomumo analizės metodą, galima sužinoti ne tik kurios tiriamo modelio vietos yra matomos iš pasirinkto taško, bet ir sužinoti, ar tam tikra vieta bus matoma iš kelių skirtingų stebėjimo vietų. Neretai toks įvertinimas gali įtakoti svarbių sprendimų priėmimą. Pavyzdžiui, atliekant teritorijos planavimą, gali būti surasta prasčiausiai matoma vieta, kurioje galėtų būti įkurtas šiukšlynas (Booth, 2000, <http://webhelp.esri.com>).

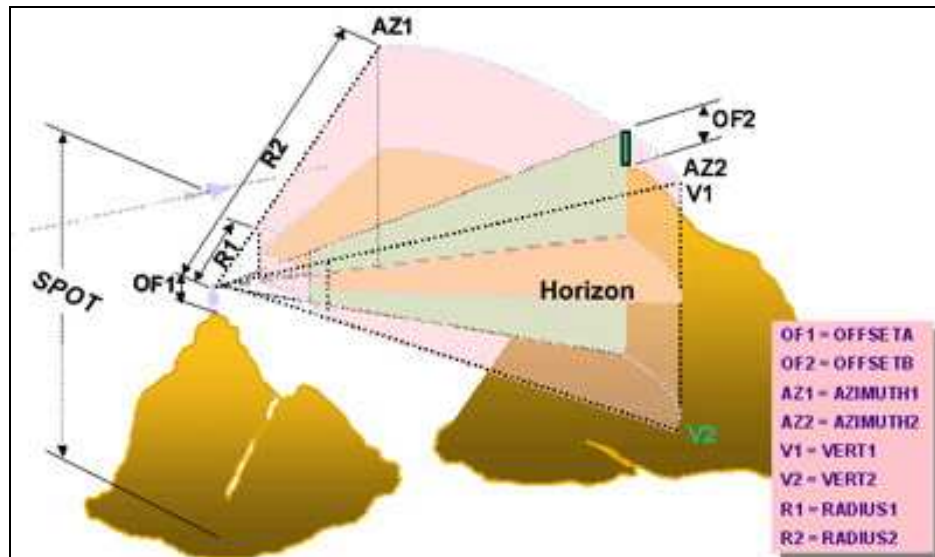
### 2.3.5 Rezultatų pateikimas ir žemėlapių, atspindinčio matomumą vietovėje, kūrimas

- Pasirenkamas 3D Analyst paketas.
- Išsiskleidusioje įrankių juostoje pasirenkamas paviršiaus analizavimo įrankis (*angl. Surface Analyst*).
- Išsiskleidus paviršiaus analizavimo užduočių juostoje pasirenkama matomumo vertinimo užduotis (*angl. Viewshed*).
- Atsidariusiame matomumo analizės lange (*angl. Viewshed*) pasirenkami tokie nustatymai:
  - Sluoksnis, kurio duomenys bus naudojami skaičiuojant matomumą (*angl. input surface*);
  - Pasirenkam sluoksnį, kuriame sužymėti taškai iš kurių bus stebima teritorija (*angl. Observer points*).
  - Įvedama Z reikšmė (*angl. Z factor*). Pagal nutylėjimą Z reikšmė yra 1, jei neįvedama kitaip, tai naudojama to sluoksnio kuriame atliekami skaičiavimai Z reikšmė.
  - Nustatoma sukuriama failo rezoliucija (*angl. Output cell size*).
  - Įvedamas failo pavadinimas ir išsaugojimo vietą (*angl. Output raster*).
  - Spaudžiamas mygtukas „Gerai“ (*angl. Ok*) (Booth, 2000).

## 2.4 Panoraminių vaizdų kūrimo algoritmas

Paveiksle (1.6 pav.) grafiškai pavaizduota kaip atliekama matomumo analizė. Stebėjimo taškas yra ant kalno viršūnės OF1 (kairėje paveikslo pusėje). Stebėjimo kryptis yra į dešinę pusę. Atliekant analizę galima kontroliuoti stebėjimo taško charakteristikas (pavyzdžiui aukštį, aprėpiamą

ploti), taip pat galima kontroliuoti stebėjimo kryptį ir kiek aukštai į viršų ar į apačią nukrypti nuo horizontalios vizavimo linijos.

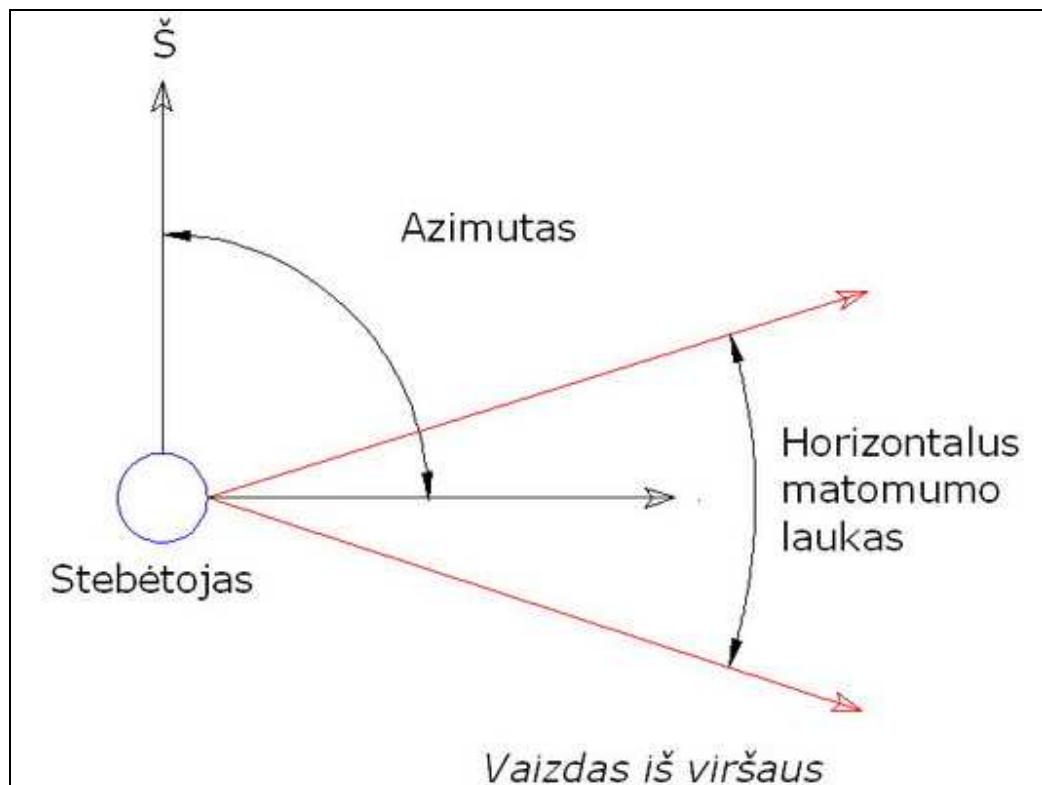


**1.6 pav.** Panoraminį matomumą nulemiantys rodikliai: SPOT – reljefo aukštis, OF1 – stebėtojo akių aukštis, OF2 – Z reikšmės pridėjimas visam paviršiui, AZ1, AZ2 – horizontalus kampas, kuriuo apribojamas stebimas paviršius, V1, V2 – vertikalus kampas, kuriuo apribojamas stebimas paviršius, R1 – kampo ar apskritimo spindulio ilgis nuo stebėtojo, kuris nurodo, nuo kurios vietos turi būti atliekama analizė, R2 – kampo ar apskritimo spindulio ilgis, kuris nurodo iki kurios vietos turi būti atlikta analizė.

Iš viso galima kontroliuoti devynias panoraminio matomumo charakteristikas:

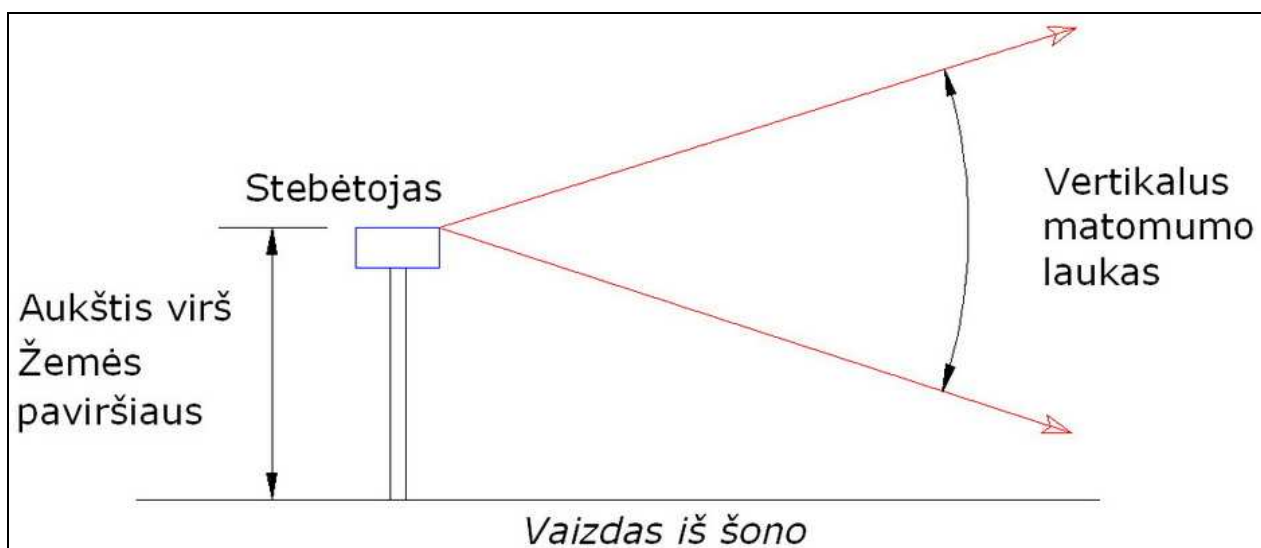
- Reljefo aukštis toje vietoje, kur yra stebėjimo taškas (pvz: kalva) (SPOT).
- Vertikalaus atstumo (z reikšmės) pridėjimas stebėjimo taškams (OF1) (pavyzdžiui: akių aukštis, stebėjimo taškas yra namo 2-ame aukšte, kurio aukštis žinomas ir pan.).
- Vertikalaus atstumo (z reikšmės) pridėjimas stebimam objektui, jei norimas pamatyti objektas (ar objektai) yra iškilę virš pavaizduoto objekto aukščio (OF2).

- Horizontalaus stebėjimo kampo pradžia (pradžios kraštinė), tai apriboja analizės teritoriją (Azimuth 1). Pavyzdžiui, gali būti pasirenkamas akių aprėpiamas horizontalus kampas, arba kampas kurį įmanoma stebėti pro namo langą (**1.7 pav**).
- Horizontalaus stebėjimo kampo pabaiga (pabaigos kraštinė) tai apriboja analizės teritoriją (Azimuth 2).



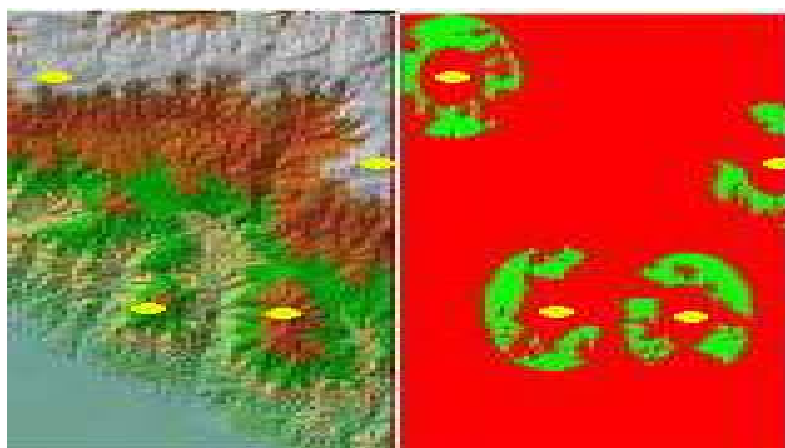
**1.7 pav.** Horizontalus stebėjimo kampas, t.y kiek norime matyti į kairę ir į dešinę. Matauojamas laipsniais.

- Viršutinė vertikalaus kampo briauna apribojanti analizės teritoriją į viršų nuo horizontalaus žvilgsnio linijos (Vert1). Pavyzdžiui, akių matoma teritorija arba pro namo langą matomą teritorija (**1.8 pav**).
- Apatinė vertikalaus kampo briauna, apribojanti matomumo analizę į apačią nuo horizontalaus žvilgsnio linijos (Vert2).



**1.8 pav.** Vertikalus stebėjimo kampas, t.y kiek norime matyti į viršų ir į apačią (matuojamas laipsniais).

- Kampo ar apskritimo spindulio ilgis (**1.9 pav.**) (*geometrijoje spindulys*) nuo stebėtojo taško, kuris nurodo, koks atstumas yra nuo stebėtojo iki teritorijos pradžios, kurioje atliekama matomumo analizė (R1)
- Kampo ar apskritimo spindulio ilgis (*geometrijoje spindulys*) nuo stebėtojo taško, kuris nurodo, koks atstumas yra nuo stebėtojo iki teritorijos pabaigos, kurioje atliekama matomumo analizė (R1) (Fisher, 1991; [webhelp.esri.com](http://webhelp.esri.com)).



**1.9 pav.** Matomumo analizė atlikta nustačius atstumus (spindulius) – vidinis 100, o išorinis 150 metrų (stebėjimo taškai pažymėti ovalu).

Atliekant panoraminio vaizdo analizę naudojant ArcGIS programą algoritmo nustatymai „pagal nutylėjimą“ būna tokie (1 lentelė):

**1 lentelė.** Panoraminio vaizdo algoritmo nustatymai „pagal nutylėjimą“.

Pasirinkimas	Nustatymas
SPOT	Skaičiavimas naudojant BILINEAR interpoliaciją
OFFSETA	1
OFFSETB	0
AZIMUTH1	0
AZIMUTH2	360
VERT1	90
VERT2	-90
RADIUS1	1
RADIUS2	Be apribojimų

## 2.5 Žemės išlinkio ir šviesos lūžio algoritmai

Skaičiuojant panoraminį matomumą, ypač jei atstumas yra didesnis, galima įvesti Žemės išlinkio ir šviesos lūžimo pataisas. Norint atlikti šiuos skaičiavimus, būtina sąlyga yra ta, kad erdviniams duomenims turi būti nustatyta kartografinė projekcija.

$$Z_{\text{tikrasis}} = Z_p - (D^2 - D_E) + 0,13 * (D^2 - D_E). \quad (1)$$

Čia:

$D$  – atstumas tarp taškų;

$Z_{\text{tikrasis}}$  – tikras taško aukštis;

$D_E$  – Žemės spindulys.

$Z_p$  – taško aukštis;

Matomumą tiriant, kai yra didelis atstumas tarp stebėjimo taškų, įtakos turi ir šviesos lūžimas, todėl turi būti įvedamos ir šios pataisos:

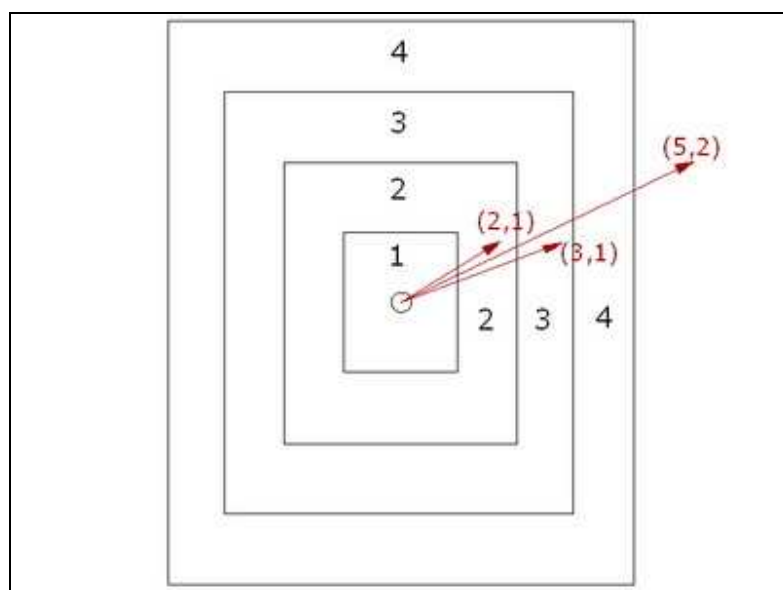
$$Z_{\text{tikrasis}} = Z_p - 0,87 * (D^2 - D_E). \quad (2)$$

Tam tikrais atvejais, susijusiais su radijo bangų tyrimu, turi būti įvedamos pataisos susijusios su jų ilgiu. Sprendžiant šią problemą geras efektas gaunamas reguliuojant Žemės spindulį. Tačiau bangos turi dar ir daugiau parametrų kurie kol kas panoraminio tyrimo metodikoje nėra numatyti, tai: atspindys, lūžimas (priklausantis nuo dažnio), išsekimas (signalo nusilpimas), trukdžiai, atmosferiniai padariniai ir t.t., tačiau nepaisant to, panoraminio matomumo tyrimas yra tinkamiausias sprendžiant kai kuriuos su tuo susijusius uždavinius (Fisher, 1996; Stone, 2006; webhelp.esri.com).

## 2.6 Pagrindiniai panoraminio vaizdo skaičiavimo algoritmai

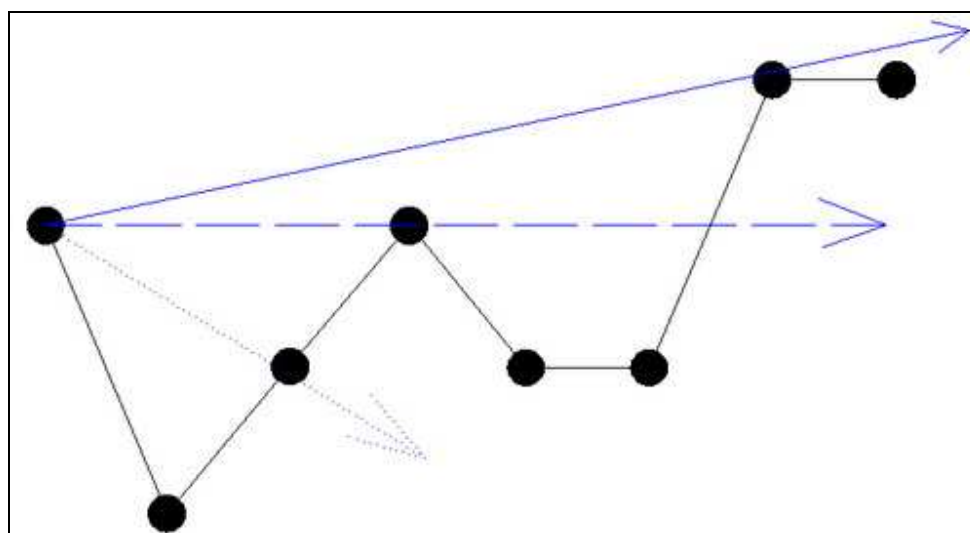
**Xdraw algoritmas.** Tai algoritmas skaičiuojantis apytikslį matomumo regioną paviršiaus modelyje. Šis algoritmas nustato kiekvieno taško duomenų bazėje matomumą iš stebėtojo pozicijos. Tai labai greitas būdas apskaičiuoti matomumą.

Xdraw algoritmas praktiškai kiekvienam taškui nubraižo vizavimo liniją ir įvertina ar tas taškas yra matomas ar ne iš stebėtojo pozicijos. Šis algoritmas taip pat leidžia nustatyti stebėtojo ir stebimo paviršiaus aukščius jei jie yra virš žemės paviršiaus. Jeigu taškai yra nematomi taip pat yra vertinamas vertikalus atstumas koks turėtų būti taško aukštis, kad jį būtų galima pamatyti.



**1.10 pav.** Xdraw algoritmo skaičiavimo principas.

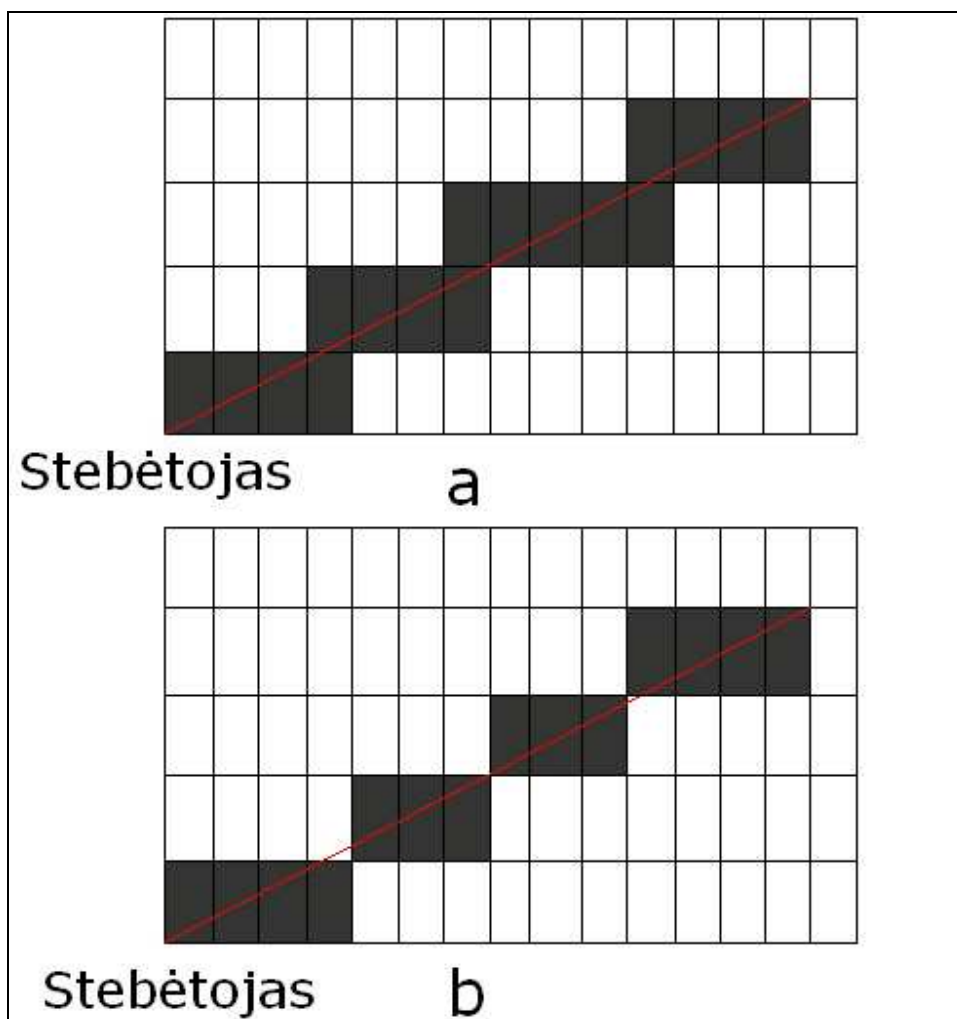
Naudojant šį algoritmą matomumas skaičiuojamas kvadratiniais žiedais išsidėsčiusiais aplink stebėtoją (**1.10 pav.**). Algoritmas skaičiuoja matomumą visam tiriam stebėjimo laukui. Jis leidžia nustatyti tiek stebėtojo, tiek stebimo taško aukštį virš Žemės paviršiaus. Jeigu tam tikri taškai yra nematomi – algoritmas skaičiuoja, koks turėtų būti jų aukštis, kad jie būtų pamatyti (**1.11 pav.**).



**1.11 pav.** Xdraw algoritmas įvertina kiekvieną tašką pagal informaciją apie tašką esantį prieš jį. Jei taškas nematomas, įvertina, koks turėtų būti jo aukštis, kad jį būtų galima pamatyti.



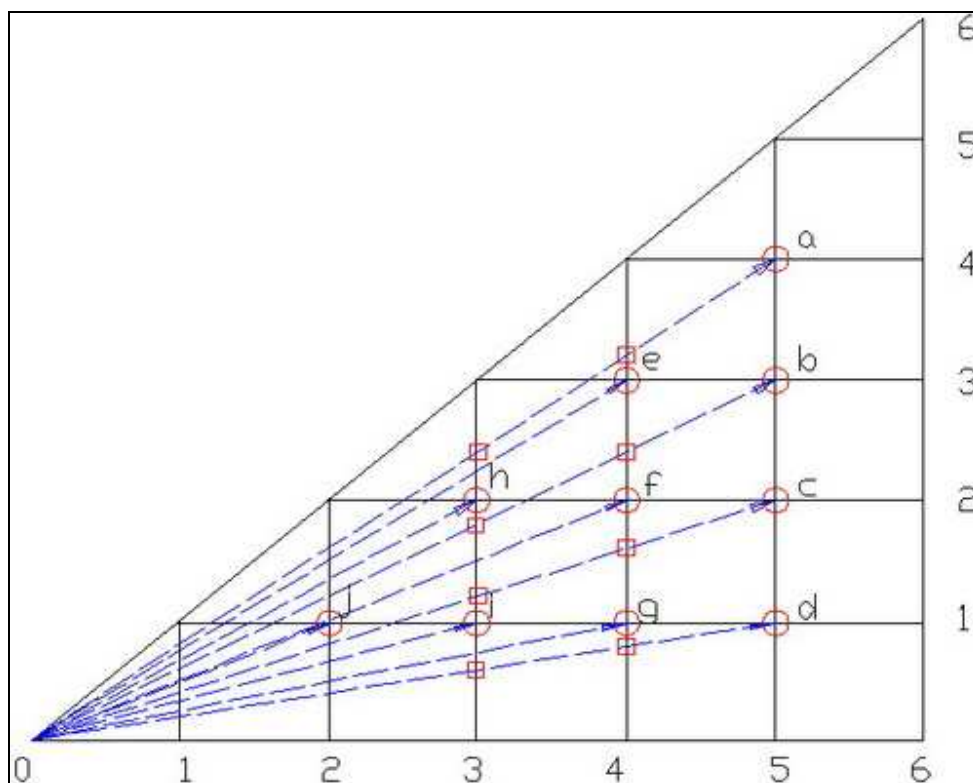
Kiekvienam taškui yra priskiriama informacija koks yra aukščiausias taškas iki jo stebėjimo kryptimi. Tuo metu kai nustatinėjamas vieno iš taškų matomumas, pavyzdžiui to, kuriam priskirta reikšmė 2, ir kuris yra 5-ame žiede, (žymėjimas (5,2) **1.10 pav.**), tam bus panaudotos prieš tai esančių taškų (vidiniame žiede) reikšmės ir informacija, kuri atėjo iki jų apie prieš tai esančius taškus (Fisher, 1991; Kinder ir kt, 2001).



**1.12 pav.** Linijos vertimo rastru algoritmo principas. a) linijos rastru ląstelės, perėjimo vietose, jungiamos kraštinėmis, b) jungiamos kampais.

Linijos vertimo rastru algoritmas (**1.12 pav.**). Čia pavaizduoti du linijos vertimo rastru algoritmo būdai: tai „4 žingsnių“ (4WS) ir „8 žingsnių“ (8WS) arba „Bresenhamo“ būdas. Čia yra

vertinamas kiekvienas taškas kurį kerta vizavimo linija modelyje. 1.12 pav. A dalyje matome, kad pirmuoju atveju, rastru yra verčiamos linijos laštelės sudaromos jungiant jas kraštinėmis, o antruoju atveju 1.12 pav. b dalyje, matome, kad rastru verčiamos linijos laštelės jungiamos kampais. suprantama, kad ir vienu ir kitu atveju yra gaunama paklaida. (Fisher, 1991; Kinder ir kt, 2001).

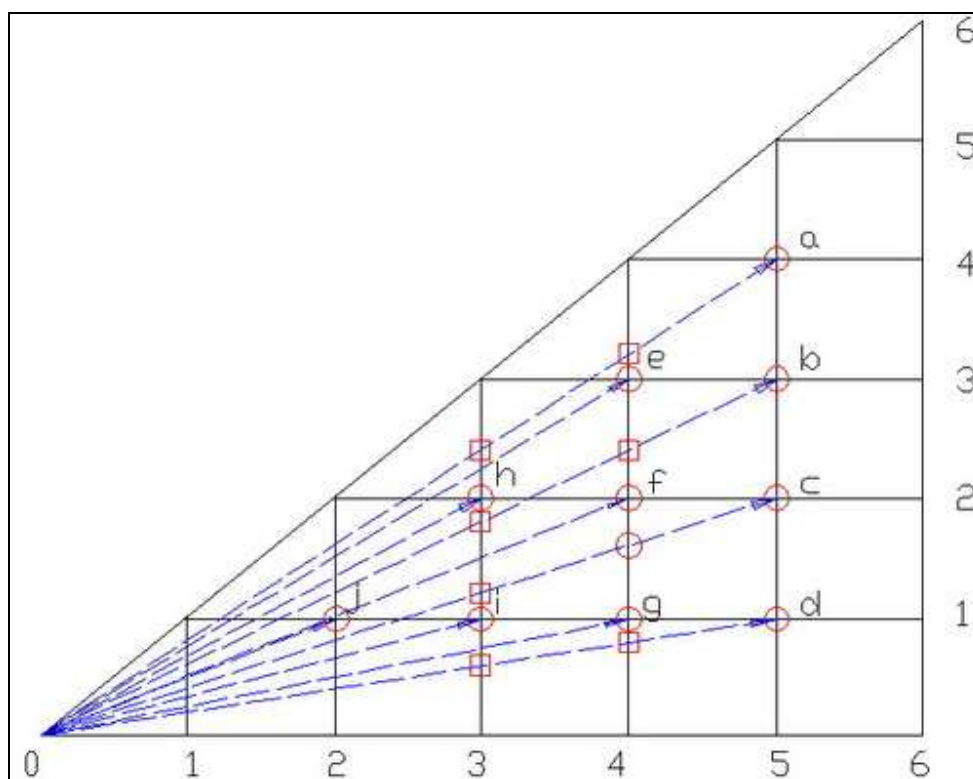


**1.13 pav.** R2 algoritmo principas.

**R2 algoritmas.** Čia pirmiausiai yra nustatomi galutinių taškų aukščiai jų kampų susikirtimo vietose (**1.13 pav.**) a, b, c ir d taškai. Tuo pat metu yra skaičiuojami aukščiai ir ne kampiniuose taškų susikirtimuose, tose vietose kur juos kerta vizavimo linija, jie pažymėti raudonais kvadratėliais, tačiau šiose vietose aukštis skaičiuojamas prieš tai apskaičiavus šalia esančius kampinius susikirtimus. Šiuo atveju *e, f* ir *g*.

Vėliau yra skaičiuojamas arčiau stebėtojo esantys taškų kampų susikirtimo aukščiai ir taip pat ne kampiniai susikirtimai tose vietose kur juos kerta vizavimo linija. Taip yra einama link stebėtojo ir įvertinus taškus, bei palyginus juos tarpusavyje nurodomas jų matomumas (Fisher, 1991; Kinder ir kt, 2001).

**R3 algoritmas.** Tai klasikinis matomumo skaičiavimo algoritmas, čia yra tikrinamas kiekvieno taško aukštis ir lyginamas su kaimyniniais taškais atsižvelgiant į stebėtojo buvimo vietą (tikrinama yra būtent ta kryptimi), taip įvertinant, kuris kurio matomumui trukdo. Aukščiai yra vertinami taškų kampų susikirtimo vietose (**1.14 pav.**) pažymėti apskritimais, o tose vietose, kuriose vizavimo linija kerta taškų kraštines yra interpoliuojama 1.11 paveiksle pažymėta kvadratėliais (Fisher, 1991; Kinder ir kt, 2001).



**1.14 pav.** R3 algoritmo principas.

### 3 MATOMUMO TYRIMŲ TAIKANT GIS PROGRAMINĘ ĮRANGĄ PROBLEMATIKA

#### 3.1 Erdvinių duomenų problematika panoraminio vaizdo tyrimo kontekste

Panoraminio vaizdo tyrimai taikant GIS programinę įrangą, yra atliekami skaitmeniniuose paviršiaus modeliuose, kurie paprastai pateikiami trimatėje erdvėje.

3D modelių tyrimas visada buvo svarbi ir problemiška tema geografijos ir geodezijos moksluose. (Kinder, 2001). Kuriant erdvinius duomenis susiduriama su keletu problemų.

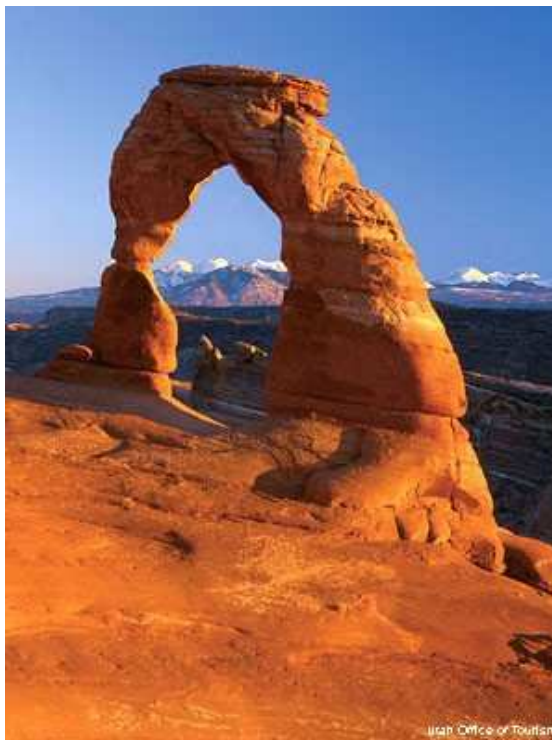
Sudarant 3D modelius duomenys apie reljefą turi būti *kokybiški*, todėl pradiniai duomenys apie Žemės paviršiaus aukščius, jų pokyčius yra svarbūs. Dažnai aukščiai žemėlapiuose yra pavaizduoti izohipsėmis. Tai neparankūs matematiniam modeliavimui duomenys, nors izohipsės reljefą perteikia pakankamai vaizdžiai. Norint įskaitmeninti izohipsių vaizdą, šiuos duomenis reikia paversti rastriniais (uždėti tinklėlį) arba naudoti netaisyklingųjų trikampių tinklo (NTT) modeliu. Gana daug informacijos prarandama braižant izohipses, o išrenkant iš žemėlapių tik taškų aukščio duomenis sukuriamas netikslus generalizuotas reljefo vaizdas (Tumas, 2004).

Kartais galima sutikti pavienių objektų (būdinga pastatams uoloms kalnuotose teritorijose), kurie yra aukšti ir platūs, todėl pagal šias charakteristikas turėtų smarkiai įtakoti matomumą, tačiau dėl savo architektūros (pavyzdžiui arkos) arba dėl natūralių gamtos procesų (uolos) yra tuščiaviduriai.

Tam tikrais, atvejais svarbi charakteristika yra vaizduojamo objekto plotis, kuris gali būti nustatomas pagal užimamą plotą. Tarkime 10 hektarų miško tikrai turės didesnę įtaka matomumui nei keli atskirai augantys medžiai arba elektros stulpas, nors jų aukštis gali būti ir vienodas.

Dar viena problema išskylanti urbanizuotose ir kalnuotose teritorijose yra ta, kad skirtingame aukštyje esantys objektai turi skirtingą formą, pavyzdžiui tai gali būti piramidė arba grybo formos

statinys. Kol kas į šį klausimą atsakymo neturiu, tačiau panoraminio vaizdo tikslumo pateikimas šiuo atveju priklausys nuo objekto atvaizdavimo tikslumo žemėlapyje, bei jo charakteristikų pateikimo.



**2.1 pav.** GIS Programinė įranga kol kas neturi galimybių nustatyti ar Jūs galėsite matyti vaizdą pro plyšį esantį objekte. Ji tik atsako į klausimus: „Taip, Jūs matysite objektą“, „Ne, nematysite objekto“, arba „Taip, objektas užstos vaizdą“, „Ne, objektas vaizdo neužstos“.

Reljefas vaizdas turi būti taip sukurtas, kad įskaitmenintus aukščio duomenis būtų galima naudoti GIS skaičiavimams. Geriausi skaitmeninio reljefo aukščio duomenų modeliai yra stačiakampis tinklelis (rastrinis) (*DEM*) ir netaisyklingųjų trikampių tinklas (vektorinis) (*TIN*).

Paminėti abu modeliai turi ir privalumų, ir spragų. Stačiakampiu tinkleliu padengtas plotas parankus renkanti lygių plotų aukščio duomenis. Šiuo modeliu kompiuteryje pateikti duomenys yra nesunkiai pertvarkomi, patogus skaičiuoti. Kalvotųjų plotų reljefas geriau išreiškiamas netaisyklingųjų trikampių tinklu, tačiau kebliau tokius duomenis pertvarkyti bei skaičiuoti.

Ne visada pavyksta surinkti pakankamai duomenų. Kartais apie vietovės aukščius nieko nežinoma. Interpoliuojant pavyksta papildyti trūkstamus duomenis.

Interpoliuojama norint nustatyti reljefo aukščius:

- paskirame vietovės taške ( $z$  koordinatė);
- papildant, sutankinant turimą aukščių tinklą ( $z$ );
- nustatant horizontalėmis pavaizduotų aukščių taškų išsidėstymą (tiek išilgai, tiek tarp horizontalių  $x, y$ ) (Tumas, 2004).

Interpoliavimo metodai: Kringingo, kreivės (*angl. Spline*), kaimyninės aplinkos (*angl. Natural neighbors*), atvirkštinis (*angl. Inverse Distance Weighted*) išsamiai aprašyti R. Tumo knygoje. Juo remiantis toliau šiame darbe laikomasi nuostatos, kad interpoliacija yra natūralus dalykas sudarant DEM modelį, kuris vėliau bus naudojamas matomumo analizei atlikti. DEM modelyje, dėl interpoliacijos, atsirandančios paklaidos taip pat turi įtakos ir matomumo analizei.

Galima teigti, kad (Tumas, 2004):

- nėra akivaizdaus tobulo interpoliavimo metodo;
- interpoliavimo kokybė priklauso nuo originaliųjų (pagal kuriuos interpoliuojama) aukščio duomenų tankio ir kokybės;
- interpoliavimo metodą geriausia rinktis atsižvelgiant į reljefo pobūdį;
- reikia pasirinkti efektyvų skaičiavimo ir pakankamo tikslumo metodą.

### **3.2 GIS programinės įrangos problematika panoraminio vaizdo tyrimo kontekste**

Kinder B.D. ir kiti savo straipsnyje „Visibility Analyses with the Multiscale Implicit TIN“ mini ir daugiau netikslumų atsirandančių tyrinėjant matomumą žemėlapyje. Pirmiausiai jie mini tokias priežastis kaip, duomenų nepakankamumą arba netikslumą, paklaidos atsiradimą

interpoliacijos metu, bei atsainų GIS programinės įrangos gamintojų požiūrį į matomumo analizės įrankių logoritmų sudarymą. Straipsnyje rašoma, kad po dvidešimt penkių metų GIS plėtojimo vis dar per mažai dėmesio skiriama išsiaiškinti, kaip atliekant tam tikrus uždavinius atsiranda paklaidos ir kaip jos įtakoja tolimesnę tyrimo eigą, o vaizdo tyrimo algoritmai nuo 1967 metų, nedaug patobulėjo (Kinder ir kt, 2001).

Tiriam panoraminį matomumą, GIS sistemos turi problemų pateikiant atsakymus į kai kuriuos klausimus. Pavyzdžiui, vaizdas, kurį mato stebėtojas savo akių aukštyje, nebūtinai yra tas pats, kurį galima matyti iš tos teritorijos, kadangi atsiranda skirtumas tarp Žemės paviršiaus ir stebėtojo akių aukščio.

Taip pat matomumo analizės įrankiai yra ribotų galimybių, vertinant matomumą procentaliai. Su šia problema susiduriama tuomet, kai pavyzdžiui, reikia nustatyti **ar objektas į kurį vizuojama bus matomas visas, ar tik jo dalis**. Pavyzdys būtų toks: vizuojame į 65 m aukščio vėjo turbiną, klausimas – matysime ją visą, ar tik jos sparnų galiukus (Kinder, 2001).

Iš esmės tokiu atveju yra atsakoma tik į vieną klausimą – „Taip, Jūs tai pamatysite“ arba „Ne, Jūs objekto nematysite“, bet neatsakoma į klausimą kurią jo dalį matysime.

Nagrinėdamas matomumą 3D modelyje B. D. Kinder priėjo išvados, kad didžiausią įtaką paviršiaus modelio tyrimui ir našiam darbui su juo turi kokybiškai surinkti duomenys. Tačiau GIS programinės įrangos gamintojai turėtų susirūpinti, kaip neprarasti tų duomenų kokybės kuriant iš jų paviršiaus modelius. Šiuo metu nėra nei vienos skirtos visuomenei (komercinės) GIS programinės įrangos, kuri galėtų be priekaištų atlikti 3D modeliavimą, skirtą atlikti sudėtingesniems vaizdo tyrimams vietovėje atlikti (Kinder ir kt, 2001).

Kuomet reljefo modeliai yra naudojami atlikti tyrimams, pavyzdžiui automatiniam vandenskyros nužymėjimui teritorijoje, sudarant reljefo modelį atsiradusios klaidos, turi įtakos tyrimo rezultatams. Šio reiškinių tyrimas yra vadinamas klaidos **plitimo analize**, kuri turi tiesioginės įtakos sprendimo priėmimui, kurį nulemia tyrimo rezultatai (Oksanen, 2006).

## **4 PANORAMINIO VAIZDO TYRIMŲ, TAIKANT GIS PROGRAMINĘ ĮRANGĄ, PRITAIKYMAS**

Sukūrus GIS programinę įrangą, atsirado galimybė sudaryti trimačius reljefo modelius. Panaudojant šiuos modelius, žymiai išsiplėtė žemėlapių tyrimų galimybės. Trimačiuose modeliuose atliekami veiksmai žymiai palengvino tam tikrų uždavinių sprendimą. Kadangi šiame darbe nagrinėjamos panoraminio matomumo tyrimo galimybės, taigi toliau bus pateikiama keletas pavyzdžių, kaip šie tyrimai yra pritaikomi praktikoje. Pavyzdžiai apima tokias sritis kaip: telekomunikacijos, archeologija, architektūra, miškotvarka, kosminiai tyrimai.

### **4.1 Panoraminio vaizdo tyrimo pritaikymas telekomunikacijoms**

Tai vienas geriausiai iliustruojančių pavyzdžių, kaip yra pritaikomi praktikoje panoraminio vaizdo tyrimai, kuriuos atlieka Jungtinių Amerikos Valstijų GIS specialistai plėtojantys ir tobulinantys 911 pagalbos telefono linijos ryšius. Šis tyrimas atliekamas su telekomunikacijų bokštais. Kadangi ši pagalbos linija apima visą Jungtinių Amerikos Valstijų teritoriją, šių bokštų yra pristatyta labai daug. Tam tikri 911 tarnybos skyriai turi užtikrinti sklandų darbą visoje JAV teritorijoje, todėl tiriant ryšio kokybę teritorijoje ir žinant tam tikrus telekomunikacijų bokštų parametrus, labai paranku naudoti panoraminio matomumo funkciją.

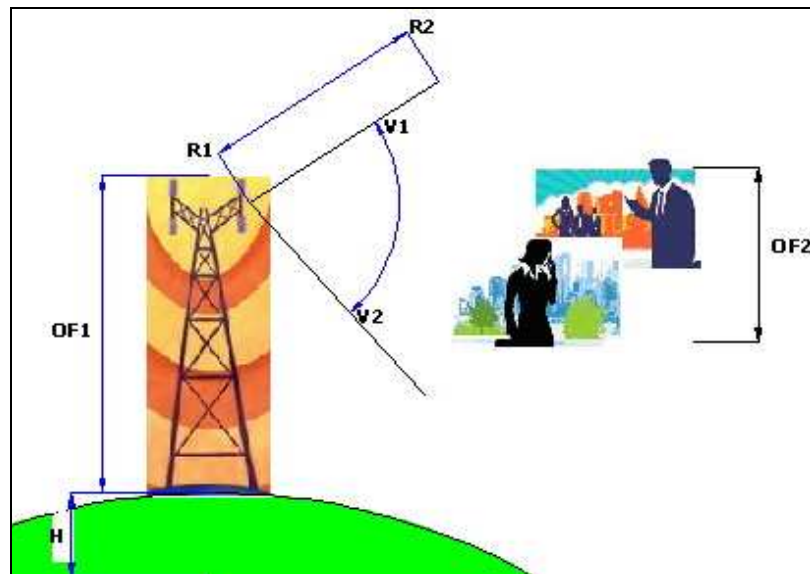
Čia būtų tokie rodikliai (**3.1 pav**):

H – bokšto pagrindo aukštis, bokštams dažniausiai parenkamos iškilės vietos.

OF1 – bokšto aukštis (apie 60 m)

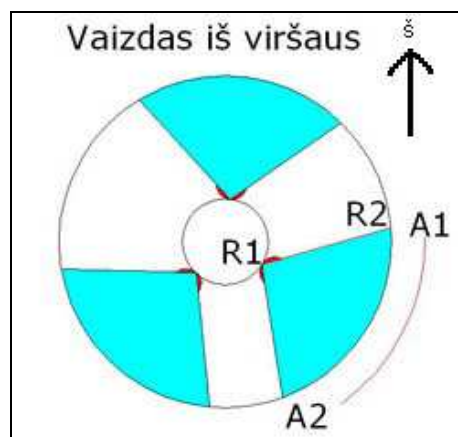
OF2 – tai mobilieji telefonai, o tiksliau jų aukštis tuo metu, kai jis priima signalą iš bokšto, taigi vidutinis žmogaus ausies aukštis 1,6





**3.1 pav.** Mobilųjų telefonų bokšto signalo stiprumą įtakojantys faktoriai.

A1 ir A2 (**3.2 pav.**) yra vaizdo valdymas. Pagrindiniams telefonų bokštams tai nėra svarbu, nes jie skleidžia signalus visomis kryptimis, tačiau tarpiniams bokštams tai svarbu, nes jie turi tris siūstuvus, nukreiptus trimis skirtingomis kryptimis. Tokiais atvejais įprastai būna A1 – azimutas  $300^\circ$ , o A2 – azimutas  $60^\circ$ .



**3.2 pav.** Mobilųjų telefonų tarpinio bokšto signalo skleidimas (horizontalus vaizdas iš viršaus). Paveiksle matoma kokiomis kryptimis (mėlyna spalva) siūstuvai (raudona spalva) siunčia signalus.

V1 ir V2 (**3.1 pav.**) yra analogiški, tik vertikalaus vaizdo valdymui skirti rodikliai. Mobilųjų telefonų bokštui tai būtų nuo 90° iki -90°.

R1 ir R2 yra minimalus ir maksimalus bokšto veikimo spindulys. Jeigu bokšto minimalus veikimo spindulys yra 0, o maksimalus 100 000 m., tai atitinkamai R1 bus 0, o R2 – 100 000 (Castillo, 2008; [www.steelintheair.com](http://www.steelintheair.com)).

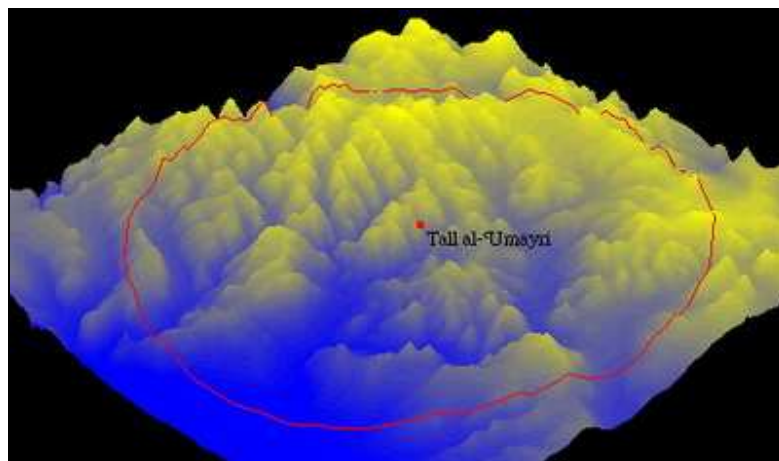
Taigi mobiliųjų telefonų bokštai turi aštuonias panoraminio vaizdo vertinimo savybes – bazės aukštį, „akių aukštį“, stebimų, arba šiuo atveju objektų į kuriuos siunčiamas signalas aukštį, kraštines teritorijos ribas, kurias apriboja siųstuvo nukreipimas, bei veikimo spindulį.

## **4.2 Panoraminio vaizdo tyrimo pritaikymas archeologijoje**

Senovėje matomumas tarp atskirų vietovių buvo labai reikšmingas veiksnys komunikacijai tarp jų. Labai daug istorinių šaltinių, o taip pat ir Biblija pasakoja apie matomumo tarp tam tikrų vietų svarbą. Ten yra pasakojama, apie perduodamus dūmų ir ugnies signalus, apie pastebėtas vėliavas ir panašius dalykus. Panoraminio matomumo tyrimai naudojant GIS programinę įrangą, labai padeda archeologams tiriant šiuos faktus. Pavyzdžiui, pagal mūšių aprašymus, kur šnekama apie pastebėtas vėliavas, laužų dūmus, galima daug spręsti apie kariuomenių strateginius veiksmus. Tą ne visada galima patikrinti vietovėje, nes reljefas gali būti pakitęs, iškirsti miškai, sugriauti seni pastatai ir pastatyti nauji. Tokiais atvejais GIS programinė įranga, kurią naudojant galima atkurti prieš tai buvusį reljefą – geriausias sprendimas.

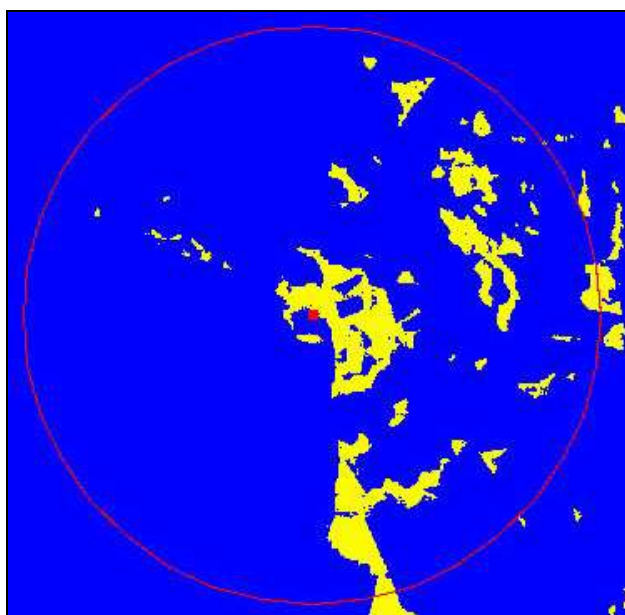
Arizonos universiteto mokslininkai Gary L. Christopherson ir D. Phillip Guertin savo darbe „Analysis and Ancient Settlement Strategies in the Region of Tall al-Umayri, Jordan“, tyrinėdami senųjų civilizacijų lopšį Jordanijoje, Tall-al-Umayri regione, atliko panoraminio matomumo tyrimus, kurie vėliau buvo naudojami tolimesniems tyrimams atlikti.

Tall-al-Umayris kaidais buvo miestas kalnuose, turėjęs labai tvirtas gynybines sienas, kadangi jos buvo labai aukštos, virš jų buvo įrengti apžvalgos bokštai. Šis regionas (**3.3 pav**), kaip jau minėta, yra išsidėstęs kalnuotoje teritorijoje, apsuptas aukštų viršukalnių. Čia kalnai ypač riboja matomumą į pietus, vakarus ir šiaurę. Rytuose, taip pat yra viršukalnių ribojančių matomumą.



**3.3 pav.** Tall all-Umayri regiono reljefas. Skaitmeninis reljefo modelis.

Skaičiuojant matomumą buvo įvertinamas ne tik reljefo aukštis, tačiau įvedamas ir miesto sienų bei stebėtojo vidutinis aukštis, sudėjus juos gavosi maždaug 6 metrai (be reljefo). Kaip rašo autorius atlikus tyrimą buvo gauti nevisai tikėti rezultatai. Netgi žinant tai, kad matomumas ten buvo ribotas. Paaiškėjo, kad jis tėra tik 8,5% (**3.4 Pav**). Palyginus su kitomis tuose pačiuose kalnuose buvusiose gyvenvietėse, tai labai prastas matomumas. Pavyzdžiui iš Tall Hesban gyvenvietės matomumas 27%, Tall Jalul – 44%.

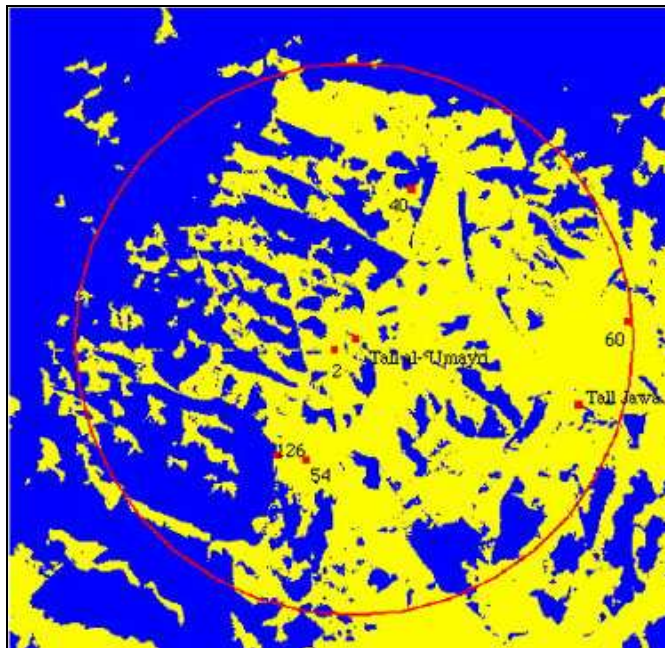


**3.4 pav.** Matomums iš Tall all-Umaryri gyvenvietės teritorijos.

Įvertinant to meto įvykius, ir regiono karinę strategiją, toks prastas matomumas, turėjo būti labai rimta problema Tall Umayrio gyventojams. Tačiau gyvenvietė puikiai laikėsi per daugelį amžių ir buvo viena labiausiai klestinčių regione. Remiantis tuo, mokslininkai darė išvadas, kad jiems kažkaip pavyko įveikti matomumo problemas. Labiausiai tikėtina versija buvo ta, kad Tall Umayrio gyventojai turėjo sukūrę stebėjimo bokštų sistemą.

Taigi GIS užduotis šiame tyrime buvo padėti nustatyti šių bokštų galimas būvimo vietas. Atlikus tyrimą, buvo gauta įdomių rezultatų, paaiškėjo, kad iš tikrųjų gyvenvietė turėjo sukurtą unikalią gynybos sistemą, kurią sudarė keletas stebėjimo bokštų. Įvertinus apžvalgos galimybes susumuojant gyvenvietės ir apžvalgos bokštų galimybes paaiškėjo, kad vienu metu buvo galima apžvelgti daugiau nei 57% teritorijos (**3.5 pav.**). Kalnuotoje teritorijoje, tai buvo didelis pranašumas.

Atliekant archeologinius tyrimus, panoraminio matomumo nustatymas šiek tiek skiriasi nuo įprastinio. Čia dažniausiai iš įvairių istorinių šaltinių matomumas yra žinomas arba numanomas, o užduotis yra surasti stebėjimo punktus. Tai labai svarbu sudėtingo reljefo sąlygomis, kur judėjimas (ypač mokslininkams besigabenantiems įrangą) yra sudėtingas (Christopherson ir kt. 1996).



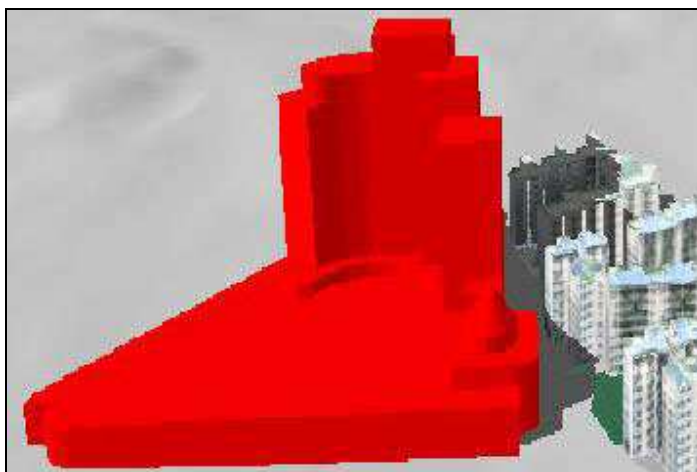
**3.5 pav.** Matomums, kurių pasiekė Tall al-Umaryrio gyventojai sukūrę stebėjimo bokštų sistemą regione.

### 4.3 Panoraminio vaizdo tyrimo pritaikymas architektūroje

Architektūra, tai viena iš sričių, kur matomumo tyrimai turi labai didelę svarbą. Ją naudoja tiek urbanistikos, tiek landšafto, tiek pastatų architektai. Panoraminio matomumo tyrimai, kokie yra atliekami naudojant GIS programinę įrangą, labiausiai aktualūs landšafto architektams, kurie projektuoja parkus, apžvalgos aikšteles, takus ir kitus panašius objektus. Naudojant GIS programinę įrangą, sukuriami matomumo žemėlapiai, kurie padeda išrinkti tinkamas vietas, parinkti maršrutą tokį, kad tam tikri objektai matytųsi (pavyzdžiui užrašas „Hollywood“ užrašas Los Angele), arba nesimatytų (pavyzdžiui šiukšlyno) (<http://webhelp.esri.com>).

Atliekant projektavimą architektūroje, matomumo tyrimas dažniausiai būna tik nedidelė projekto dalis, kuri dažniausiai būna siejama su kitais tiriamais reiškiniais, pavyzdžiui šešėlių kritimu, bendru pastatų išvaizdos palyginimu ir pan. (**3.6 pav.**) (Xia, 2006).

Norint atlikti tokius tyrimus programinei įrangai yra keliami žymiai didesni reikalavimai. Paprastai ji netgi turi turėti programinę varikliuką DirectX.



**3.6 pav.** Matomumo ir šešėlio kritimo tyrimas projektuojant pastatą.

(DirectX – API<sup>1</sup> rinkinys, skirtas multimedijos užduočių tvarkymui, ypač tų žaidimų kūrimui, kurie vėliau bus žaidžiami naudojant Microsoft produktus.

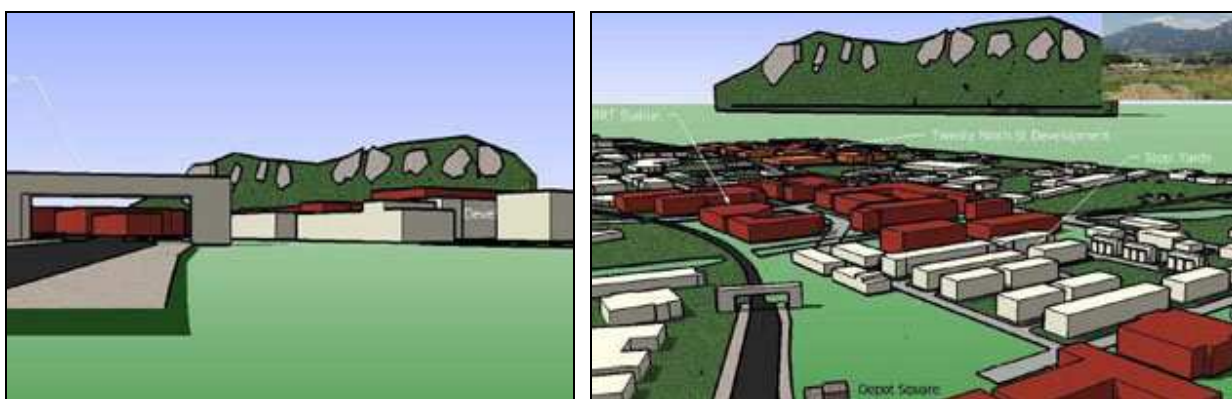
Nors DirectX yra bibliotekų kolekcija skirta žaidimų programavimui Microsoft Windows operacinei sistemai, tačiau ji yra naudojama ne tik žaidimams, bet ir nemažoje dalyje vaizdą bei garsą apdorojančių bei išvedančių programų, o ateityje DirectX turėtų tapti ir pagrindiniu operacinės sistemos grafinės informacijos atvaizdavimo varikliu, (taigi, visos naujos programos, skirtos Microsoft Windows operacinių sistemų šeimai, ją naudos) ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)).

Kaip pavyzdys yra pateikiamas JAV atlikto panoraminio matomumo analizės studija, nusprendus mažą miestelį Transit, prijungti prie didesnio miesto komunikacijų. Vykdam projektą iškilo poreikis pastatyti naujų pastatų, nutiesti naujų kelių. Miestelis nuo seno pasižymėju unikaliu kraštovaizdžiu, o jo simbolis yra šalia jo stūksantys kalnai. Taigi siekiant išsaugoti šiuos bruožus,

---

<sup>1</sup>API – **aplikacijų programavimo sąsaja** (*angl. Application Programming Interface*) – tai sąsaja, kurią suteikia kompiuterinė sistema, biblioteka ar programa tam, kad programuotojas per kitą programą galėtų pasiekti jos funkcionalumą ar apsikeistų su ja duomenimis.

palikti atviras apžvalgos vietas iš kurių atsivertų gražūs vaizdai į kalnus, buvo atlikta studija panaudojant „Google Earth“ programa. Panaudojant kita Google produktą „Sketchup“ buvo sukurti esami ir būsimi pastatai (**3.7 pav.**), jie užnešti į programą „Google Earth“ ir taip sukurtas virtualus tikrovės stimulatorius, kurį naudojant buvo galima nustatyti daug projektavimo netikslumų, ypač tose vietose, kurias buvo planuojama palikti atviras vietovės apžvalgai (City of Boulder Colorado, 2007).



**3.7 pav.** Matomumo tyrimas atliktas urbanistiniais tikslais Transit miestelyje.

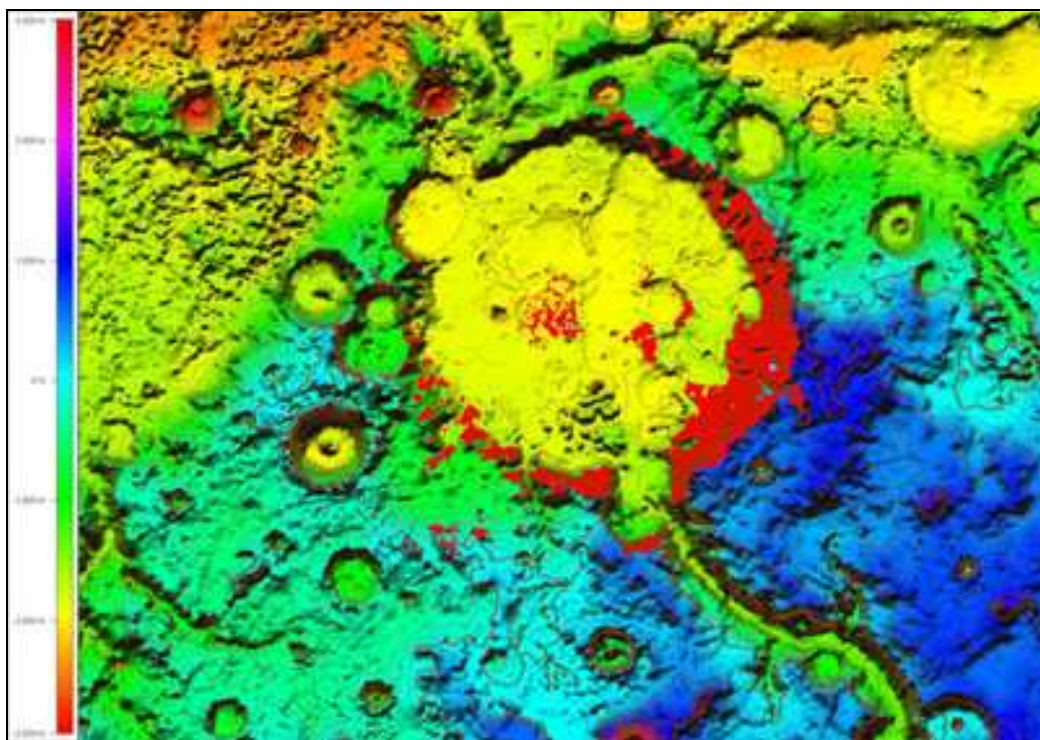
#### **4.4 Panoraminio vaizdo tyrimo pritaikymas kosminiuose tyrimuose**

JAV geologijos tarnyba, padedanti NASA kitų planetų tyrimuose, savo tinklapyje pateikia informaciją apie misijų į Marsą metu atliktus šios planetos paviršiaus tyrinėjimus.

Vienas svarbiausių tyrimų šiuo atveju yra parinkti tinkamą nusileidimo vietą zondui. Žinoma ją parenkant yra svarbu ne tik, kad ji būtų saugi aparato nusileidimui, bet ir tai, kad iš jos būtų galima pamatyti kuo daugiau, arba konkrečius mokslininkus dominančius objektus.

Remiantis turimais topografiniais duomenimis ir duomenimis gautais iš Marso planetos paviršių tyrinėjusių zondų, buvo sudaryti išsamūs žemėlapiai, kuriuose nužymėta teritorija, kurią vizualiai galėjo pamatyti mokslininkai per zondų kameras (**3.8 pav.**). Tyrimai labai pravertė

tolimesniuose tyrimuose identifikuojant vietas žemėlapyje. Panoraminio vaizdo tyrimams atlikti buvo naudojama ESRI gamybos programinė įranga, bei JAV geologijos tarnybos, bei NASA duomenys ([www.usgs.gov](http://www.usgs.gov); [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)).



**3.8 pav.** Raudona spalva pažymėtas Marso planetos paviršius matomas pro vieno iš šios planetos paviršių tyrinėjusių zondų kameras. Tyrinėjimo vieta – Gusevo krateris.

Panoraminio matomumo analizė turi daug galimybių kosminiuose tyrimuose. Pavyzdžiui, turint išsamius žvaigždėlapius, kuriuose sužymėti visi kosminiai kūnai, galima įvertinti, į kurias vietas verta siųsti kosminius zondus, kur didžiausios jų galimybės tyrinėti neaprėpiamas kosmines erdves. Tai leis išvengti ribojamo žvaigždžių spiečių, kosminių ūkų ar juodųjų skylių poveikio.



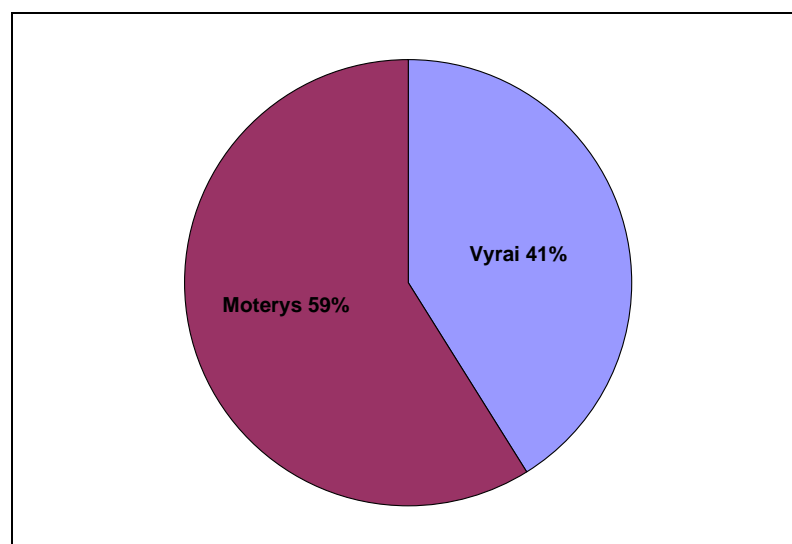
## 5 PANORAMINIO VAIZDO TYRIMŲ ŽEMĖLAPYJE PRITAIKYMAS NEKILNOJAMOJO TURTO REKLAMOJE

Šio tyrimo tikslas – išsiaiškinti panoraminio vaizdo tyrimo metodikos pritaikymo galimybes nekilnojamo turto (toliau NT) reklamoje Lietuvoje.

Tyrimui sukurta hipotezė: NT reklama užsiimančiose interneto svetainėse trūksta interaktyvios kokybiškos kartografinės produkcijos, to pasėkoje, vartotojai nėra pakankamai su jomis susipažinę, kad galėtų pastarosioms kelti aukštesnius reikalavimus.

Atliekant tyrimą buvo apklausiami žmonės, besilankantys viename iš interneto puslapių teikiančių NT reklamą. Anketos klausimai, kurie buvo užduodami respondentams pateikiami 1-ame priede (**1 priedas**).

Reikėtų paminėti, kad vienas stulpelis diagramose nuo 4.4 pav. yra raudonos spalvos kai kiti tuo tarpu yra mėlyni. Raudonos spalvos stulpeliu yra žymimas atsakymas kurį pasirinko vienas iš specialistų, tai yra žmogus dirbantis prie konkretaus internetinio puslapio teikiančio nekilnojamo turto reklamą.

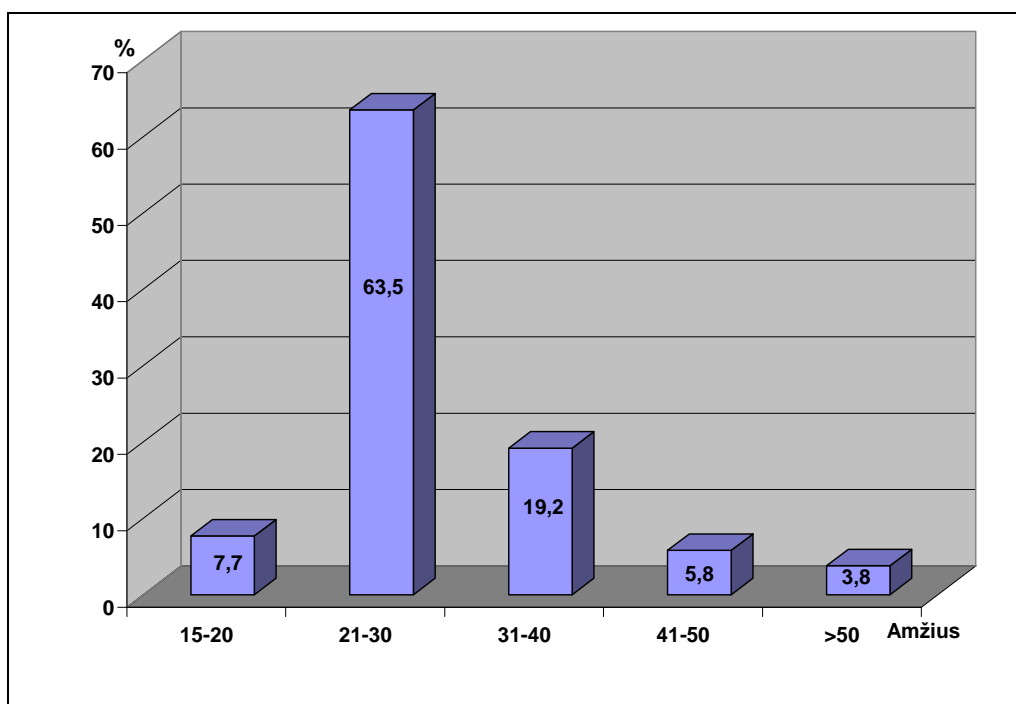


4.1 pav. Respondentų sudėtis pagal lytį.

Žmonėms buvo užduodami klausimai, kurie turėjo išaiškinti ne tik ar reikia panoraminio vaizdo tyrimo įrankio tokiems puslapiams, tačiau ir tai, koks yra respondentų kartografinis pasiruošimas, ir apskritai, ar kartografinė medžiaga yra svarbi ir ar atitinka vartotojų poreikius.

Apklausoje dalyvavo 141 respondentas, iš jų 41% vyrų ir 59% moterų (**4.1 pav.**).

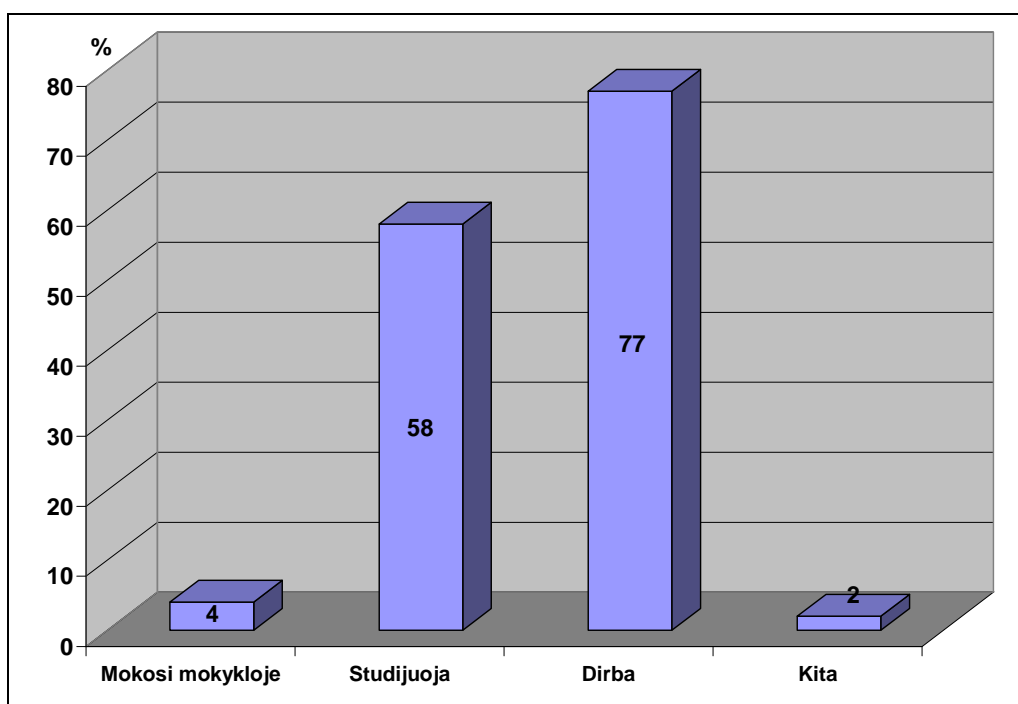
Daugiausiai apklausoje dalyvavo 21 – 30 metų žmonių (**4.2 pav.**), jie sudarė beveik 64% visų apklaustųjų. Atsižvelgus į tai, kad apklausa buvo atsitiktinai pateikiama interneto vartotojams tai gali būti daroma išvada, kad būtent šiai amžiaus grupei yra aktualiausias interneto teikiamos paslaugos. Antra vertus, tai yra ta karta kurios kompiuterinis raštingumas yra pats didžiausias, todėl jie turėtų kelti aukštus reikalavimus informacinėms technologijoms. Taip pat tai yra tas amžiaus laikotarpis, kai susidomėjimas nekilnojamu turtu turėtų būti didžiausias, nes paprastai šiame amžiaus periode žmonės įsigyja savo nuosavą gyvenamąjį būstą.



**4.2 pav.** Respondentų pasiskirstymas pagal amžių.

Pagal užsiėmimo pobūdį daugiausiai buvo dirbančių žmonių, o antroje vietoje – studijuojančių. Pažvelgus į diagramą (**4.3 pav.**) galime pastebėti, kad paliginamųjų diagramų suma

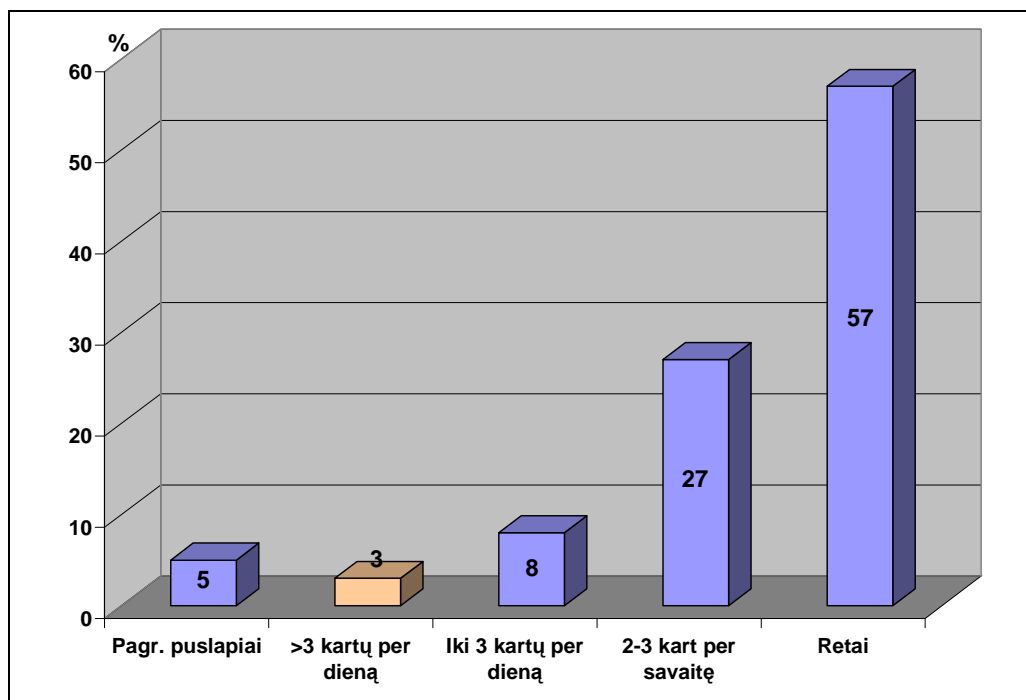
viršija 100 procentų. Taip atsitiko todėl, kad dalis respondentų apie 30 procentų ir dirba ir studijuoja. Taigi iš to galima daryti išvadą, kad didžioji dalis apklausoje dalyvavusių žmonių (daugiau nei 90%) yra socialiai orientuoti.



4.3 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal užsiėmimo pobūdį.

Daugiau nei pusė respondentų (4.4 pav.) pasirinko atsakymą, kad NT reklamą teikiančiuose puslapiuose lankosi retai, tai yra rečiau nei 2-3 kartus per savaitę ir reikėtų suprasti, kad jie yra atsitiktiniai lankytojai, kuriems tikriausiai šių puslapių kokybė nėra labai aktuali. Tačiau atsižvelgiant į tai, kad apie pusė lankytojų į puslapį pakliūna atsitiktinai (greičiausiai per interneto paieškos sistemas vedami įvairias frazes), patarimas puslapiams būtų nuolatos diegti ir tobulinti technologijas, tarp jų ir kartografines ar GIS, kurios tikrai galėtų sudominti dalį atsitiktinai užklįstančių lankytojų.

Likusi dalis respondentų yra nuolatiniai NT reklamos puslapių lankytojai, kuriems puslapio valdymo patogumas ir kokybiškas visavertės informacijos pateikimas yra labai svarbus.



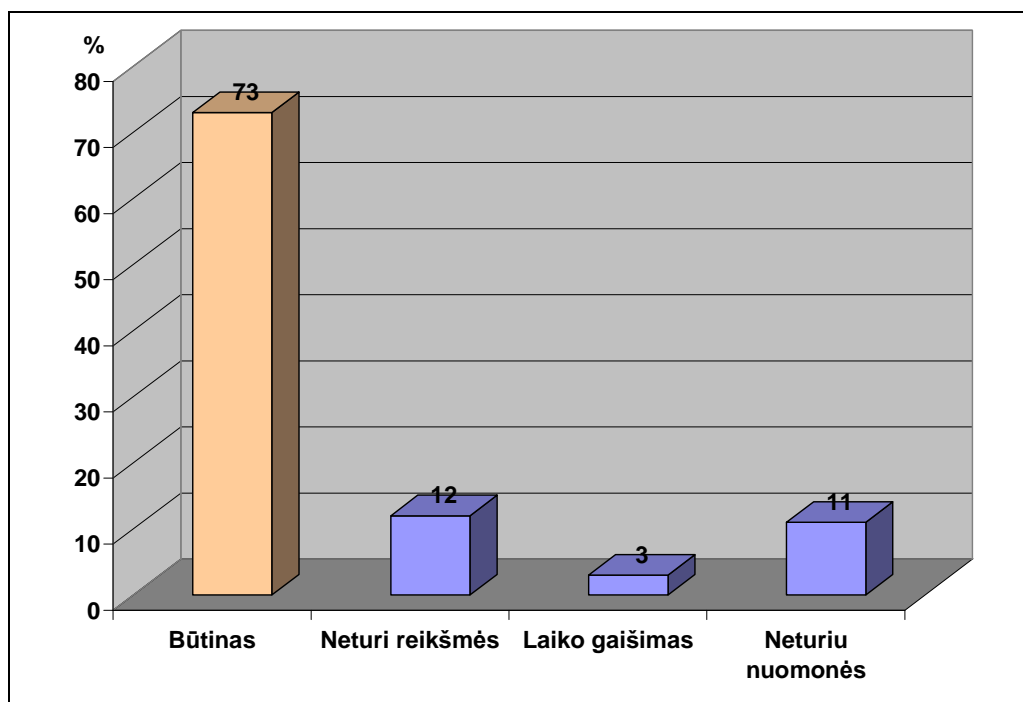
**4.4 pav.** Respondentų lankymosi NT reklama teikiančiuose interneto puslapiuose dažnumas.

## 5.1 Žemėlapių reikalingumas NT reklamą teikiančioms svetainėms

Respondentams buvo užduotas klausimas, ar apskritai yra reikalingas žemėlapis NT reklama teikiantiems puslapiams. Netgi 73 procentai apklaustųjų atsake, kad tokios tematikos puslapiams žemėlapis yra neatsiejama jo dalis (**4.5 pav.**). Tačiau netgi neatlikinėjant išsamaus tyrimo, o tik peržiūrint daugelį skelbimų išpūdis susidaro visiškai priešingas. Daugumoje šių puslapių yra integruotas maps.lt žemėlapis, tačiau jo ryškesnis panaudojimas pastebimas tik kai kuriuose puslapiuose. Žemėlapiai dažniausiai pateikiami prie fotonuotraukų ir būna arba tam tikros teritorijos plano ar žemėlapio fotonuotrauka.

Specialisto nuomone, žemėlapis yra neatsiejama tokios tematikos puslapio dalis.

Taigi iš apklausos atsakymų ir iš interneto puslapiuose pateikiamos medžiagos pobūdžio galima susidaryti nuomonę, kad kartografinė medžiaga NT reklamą teikiantiems puslapiams yra labai reikalinga, o esama, ne visiškai atitinka vartotojų poreikius.



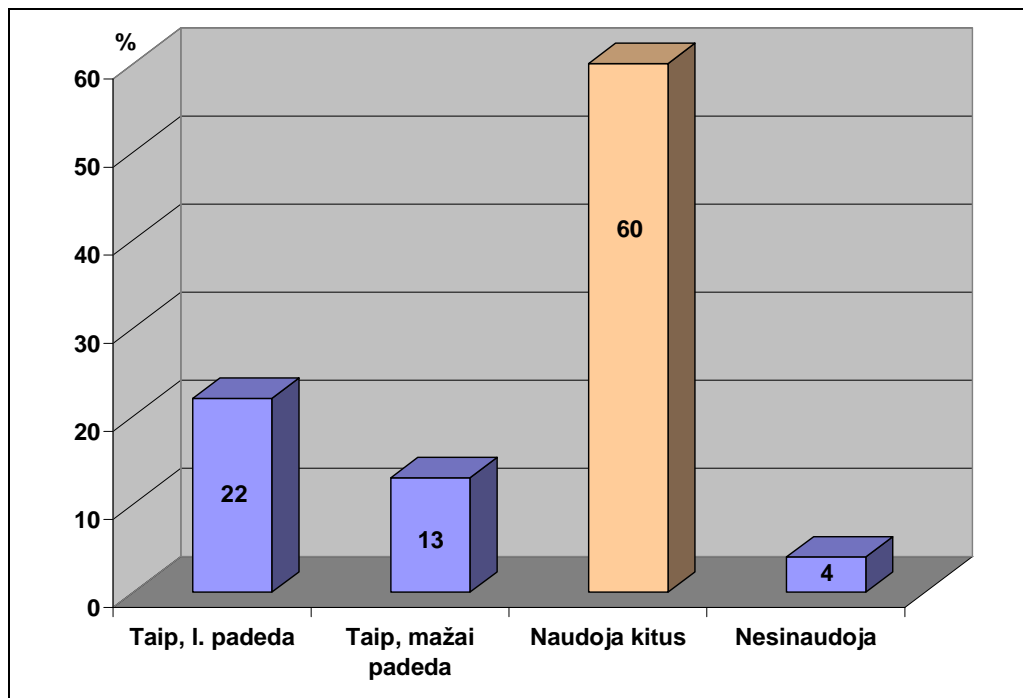
**4.5 pav.** Kartografinės medžiagos reikalingumas NT reklamą teikiančiuose puslapiuose.

## 5.2 Žemėlapių, pateikiamų NT svetainėse, kokybės vertinimas

Panašią išvadą, kuri pateikta 4.1 skyriuje galima daryti ir pagal tai kokiais žemėlapiais naudojami respondentai. Visiškai kartografinę medžiagą nesinaudoja tik 4% apklaustų žmonių. 35% naudojami žemėlapiais pateiktai NT reklamą teikiančiuose interneto puslapiuose, 22% jais yra patenkinti, o 13 procentų jais nėra patenkinti (**4.6 pav**). Tačiau didžiausia dalis, netgi 60% naudojami visiškai kituose puslapiuose pateikiamais žemėlapiais, tai: maps.lt, maps.google.com, Google Earth ir panašiais.

Įvertinę specialisto nuomonę, matome, kad NT svetainėse pateikiami žemėlapiai neatitinka jo poreikių.

Taigi vėl galima daryti išvadą, kad žemėlapiai esantys šiuose puslapiuose neatitinka daugumos vartotojų poreikių.

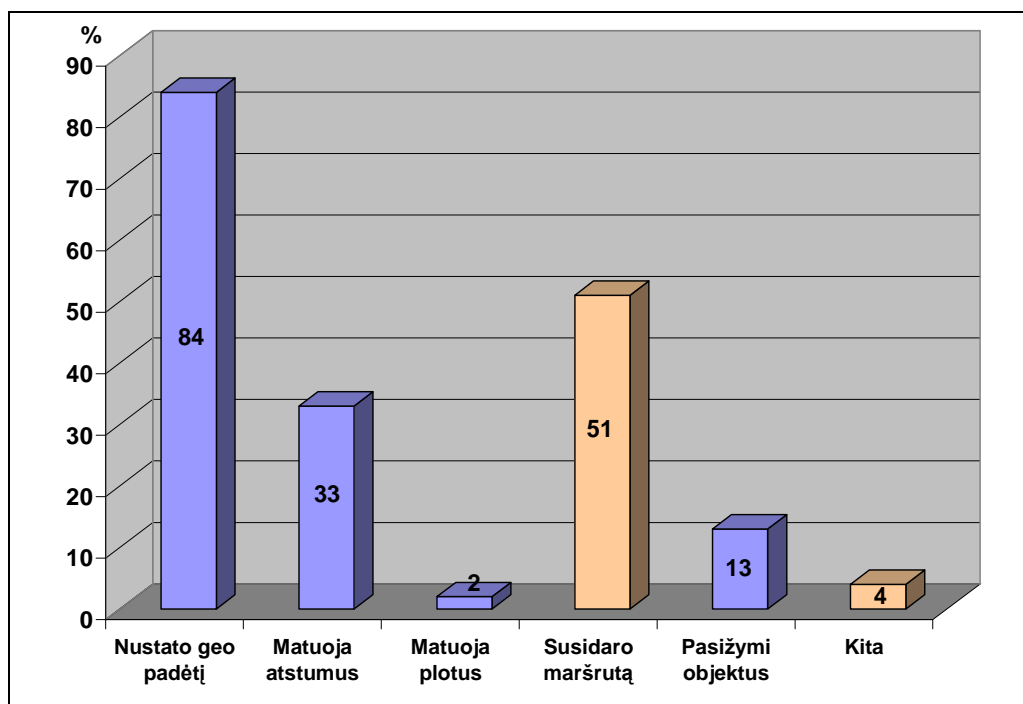


**4.6 pav.** Vartotojų vertinimas, ar naudingi yra žemėlapiai, kuriais siūlo naudotis NT reklamos puslapiai.

### 5.3 Pagrindiniai veiksmai atliekami žemėlapiuose

Kaip matome diagramoje (4.7 pav.) daugiausiai vartotojai nustato geografinę padėtį, susidaro maršrutą bei matuoja atstumus. Mažiausiai matuoja plotus, bei atlieka kitus veiksmus. Iš to galima daryti išvadą, kad svarbiausia nekilnojamame turte yra geografinė padėtis, bei atstumas iki to dominančio objekto. Galima daryti prielaidą, kad apžvelgdamas geografinę padėtį žmogus bando įvertinti ir aplinką, kurioje yra šis objektas. Užduodant šį klausimą buvo šnekama apskritai apie internetinius interaktyvius žemėlapius, nes taip pat svarbu sužinoti, bent minimaliai, apie žmonių kartografinį išprusimą. Rezultatai yra tikrai džiuginantys, nes žemėlapius naudojami ar yra naudojami

praktiškai visi respondentai. O tam tikromis interaktyviomis žemėlapiu funkcijomis, tokiomis kaip matavimai, maršrutų sudarymas naudojasi daugiau ne 50% vartotojų.



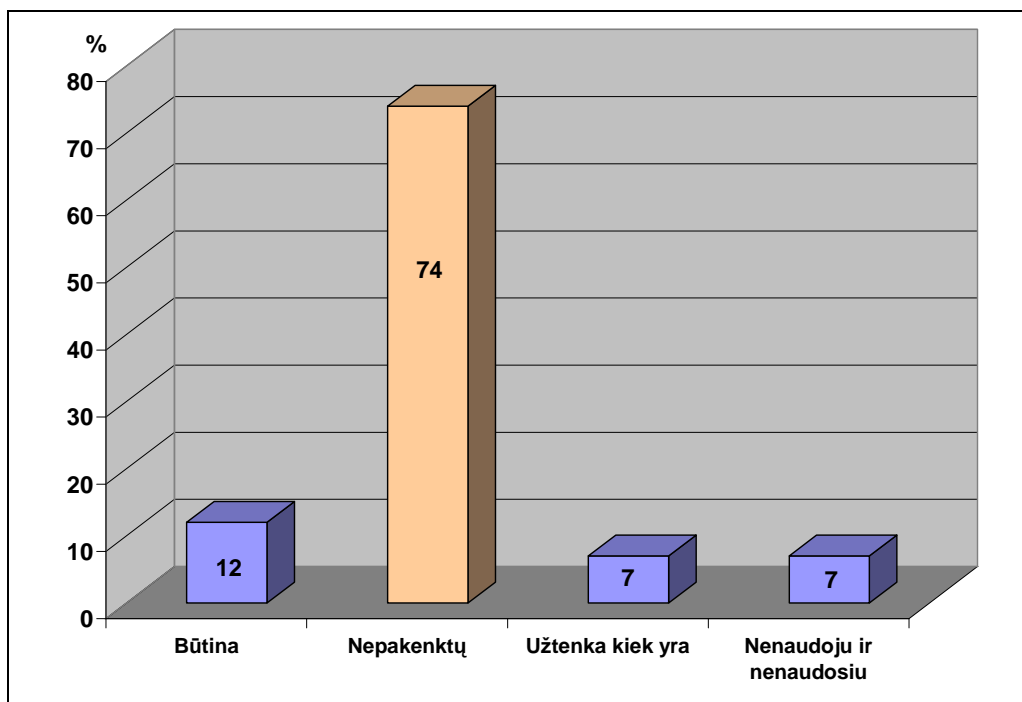
**4.7 pav.** Veiksmai, kuriuos atlieka vartotojai žemėlapiuose pateikiamuose internete. Diagramų suma sudaro daugiau nei 100%, nes respondentai galėjo rinktis po kelis atsakymus.

#### 5.4 Interaktyvaus žemėlapiu funkcijų praplėtimas

Žmonėms buvo pateiktas klausimas ar reikėtų papildomų kartografinių (atliekamų žemėlapyje) funkcijų NT reklama užsiimančiuose puslapiuose. 12% pasisakė už tai, kad tokias funkcijas yra būtina diegti, 74% pažymėjo atsakymą, kad naujovės nepakenktų, ir 14% jų užtenka arba jie jomis nesinaudoja ir nesinaudotų (**4.8 pav.**).

Specialisto nuomone, žemėlapiu praplėtimas funkcijomis būtų naudingas.

Šio klausimo rezultatai rodo, kad žmonės yra atviri naujovėms ir mano manymu, jei jos būtų racionaliai (suderintos su visa naudojama sistema) diegiamos. Vartotojai mielai jomis naudotųsi.



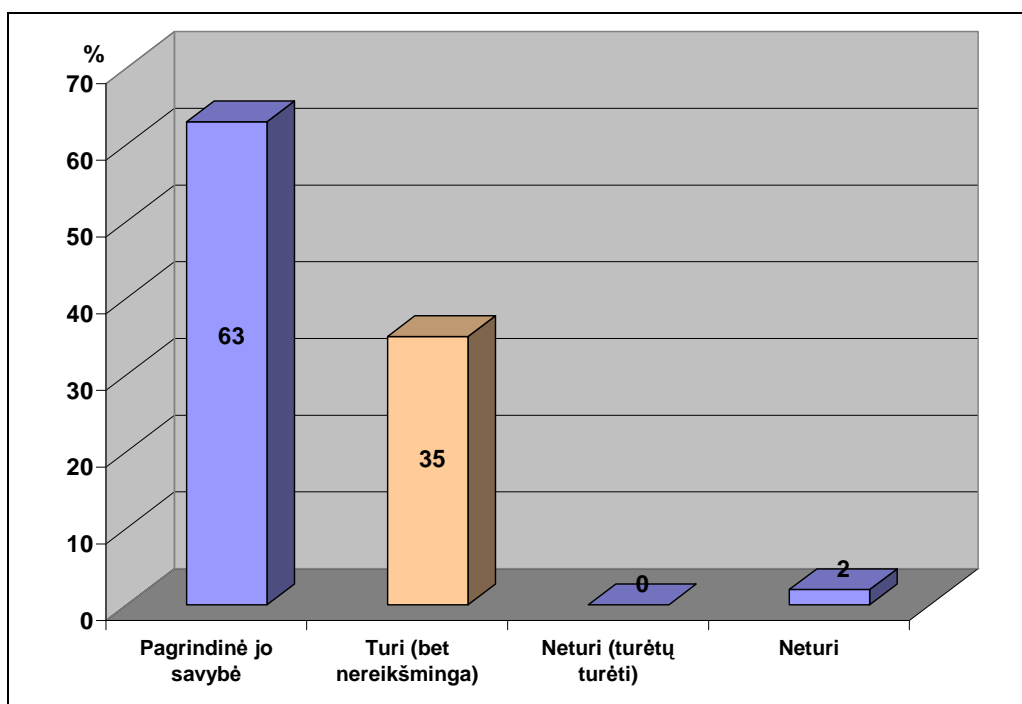
**4.8 pav.** Naujų kartografinių technologijų diegimas.

## 5.5 Vietos vaizdingumo ir objekto vertės ryšio įvertinimas

Panoraminio vaizdingumo nustatymo įrankis, būtų viena iš priemonių skirtas nustatyti ar įvertinti vietos vaizdingumo kokybei. Prieš diegiant tokį įrankį žinoma svarbu yra išsiaiškinti ar apskritai toks įrankis yra reikalingas, nes gali būti, kad vietos vaizdingumas nėra ypatingai vertinama ar aktuali NT savybė. Tam išsiaiškinti respondentams buvo užduotas klausimas, ar vietos vaizdingumas turi įtakos NT vertei. Tik 2% pasirinko atsakymą, kad vaizdingumas įtakos neturi. 98% nurodė, kad turi iš jų 35 proc. sako, kad tai nėra labai reikšminga, o 63% procentams, tai viena pagrindinių NT savybių (**4.9 pav.**).

Išvada galėtų būti tokia, kad NT vietos vaizdingumas yra labai svarbus daugeliui vartotojų ir įrankis padedanti nešališkai įvertinti vietos vaizdingumą, gali būti labai naudingas.

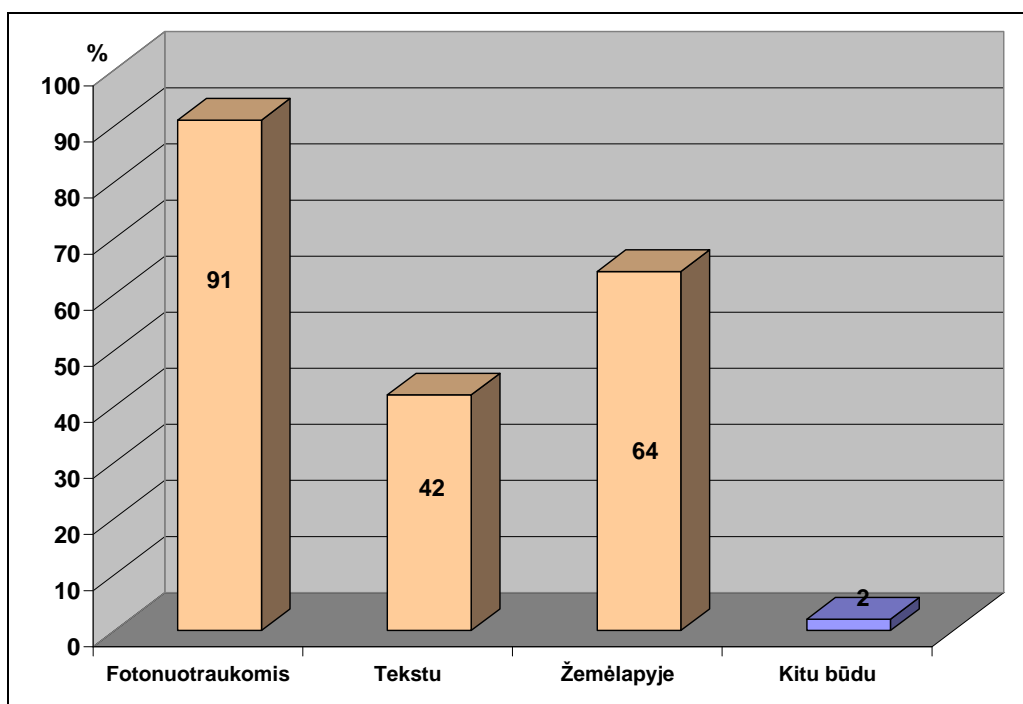




4.9 pav. Vaizdingumo įtaka nekilnojamo turto vertei.

## 5.6 Vaizdingumo perteikimo priemonės

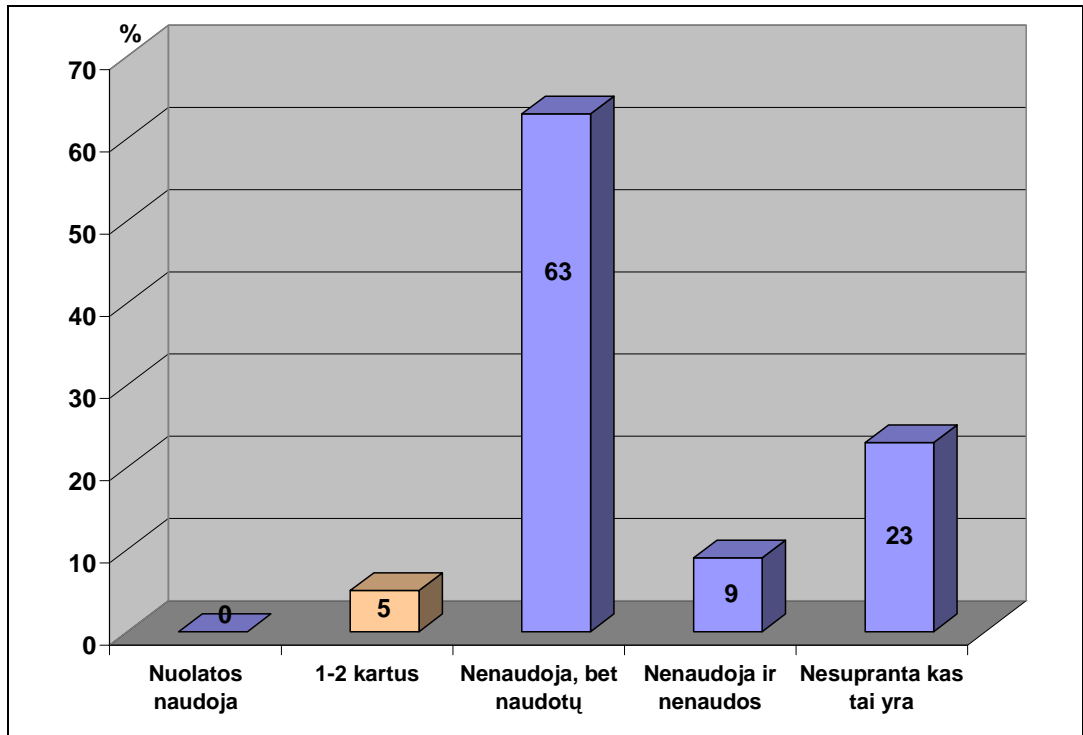
Taip pat buvo įdomu išsiaiškinti, kokios dabar yra pačios prieinamiausios vaizdo pagrindo pagrindinės vaizdo perdavimo priemonės. Kaip ir buvo tikėtasi, dauguma pasirinko fotonuotraukas, antroje vietoje liko žemėlapis ir trečioje – tekstas, kiti vaizdo perdavimo būdai sudaro 2 procentus (4.10 pav.), prie kitų būdų dažniausiai buvo paminėta video medžiaga. Pagal klausimo rezultatus galima matyti, kad žemėlapis yra gan populiarus vaizdinės informacijos perdavimo priemonė, todėl mano nuomonę jį tobulinant ir pateikiant naujų funkcijų ar galimybių, kurių suteikia žemėlapių ir informacinių technologijų naudojimas, galima pasiekti tikrai gerų rezultatų tenkinant vartotojų poreikius.



4.10 pav. NT vaizdingumo perteikimo priemonės.

## 5.7 Vietos vaizdingumo įvertinimo metodo naudojimas

Paskutinis klausimas buvo konkrečiai apie vaizdingumo įvertinimo įrankio naudojimą. Ar respondentai naudotųsi tokiu jei jis būtų, o gal būt kai kurie jau naudojami. Paaiškėjo, kad 5% tokių įrankių jau yra išbandę, autoriaus nuomone tai galėjo būti kažkas panašaus į Google žemėję (*angl. Google Earth*) pateikiamus trimačius žemės vaizdus (4.12 pav.). 63% mano, kad jie naudotųsi tokiu įrankiu, jei būtų suteikiama tokia galimybė. 9% nemano juo naudotis, o 23 – nesupranta kas tai per daiktas (4.11 pav.). Šio klausimo išvada galėtų būti tokia, kad jei įrankis būtų idiegtas – jis neliktų nepastebėtas ir nemaža dalis vartotojų jį bent jau išbandytų.



4.11 pav. Vaizdingumo įvertinimo įrankio naudojimas.

## 5.8 Tyrimo apibendrinimas

Apibendrinant visą tyrimą reikėtų pasakyti, kad apklausos rezultatai nuteikia optimistiškai naujovių diegime kartografijos atžvilgiu. Žmonės naudojami internete esančiais žemėlapiais, o jų pasiruošimą jais naudotis vertinčiau gerai, nes iš rezultatų matyti, kad išnaudojamos praktiškai visos internete pateikiamų žemėlapių galimybės.

Diegiant panoraminio arba vietovės vaizdingumo vertinimą žemėlapyje NT internetinėse svetainėse, didelė tikimybė, kad gana netolimoje ateityje tai bus įdiegta. Kita vertus panoraminis arba vietovės vaizdingumo vertinimas yra labai specifinis įrankis. Matyt, ilgą laiką jis bus taikomas daugiau moksliniuose tyrimuose, kadangi jo panaudojimui reikalingi išsamūs paviršių apibūdinantys duomenys. GIS bei kompiuterinių informacinių sistemų raida lems ir taikomąjį panoraminio arba vietovės vaizdingumo vertinimo panaudojimą. Pavyzdžiui, „Google Earth“ projektas, kuris daugelio

žmonių pastangų dėka nuolatos pilnėja įvairiais erdviniais duomenimis. Šių duomenų analizei bus reikalingi įvairūs įrankiai, kaip matome 4.12 pav. Vaizdo vertinimo įrankiai, konkrečiai panoraminio matomumo vertinimo įrankis čia turės daug galimybių.



**4.12 pav.** Panoraminio vaizdo apžvalgos galimybės “Google žemėje” (earth.google.com).

Galima teigti, kad tyrimo hipotezė pasitvirtino iš dalies. Apibendrinus rezultatus matyti, kad NT reklamą teikiančiuose puslapiuose iš tikrųjų trūksta kokybiškos kartografinės medžiagos. Tačiau vartotojai yra pasirengę bei atviri naujovėms ir yra pasirengę nuosekliai technologijų kokybiniam augimui kartografijos srityje.

## 6 IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. ArcGIS programinė įranga turi du pagrindinius vaizdo tyrimo įrankius: vizavimo linijos ir panoraminio matomumo. Šie du įrankiai glaudžiai susiję tarpusavyje ir naudoja tuos pačius algoritmus, bei vienas kitą papildo.
2. Vaizdo kūrimo žemėlapyje metodiką sudaro šie etapai:
  - erdvinės informacijos surinkimas ir apdorojimas;
  - skaitmeninio reljefo modelio kūrimas;
  - skaitmeninio reljefo modelio koregavimas ir taisa;
  - vaizdo sudarymo žemėlapyje įrankio panaudojimas;
  - rezultatų pateikimas.
3. Tiriant panoraminį vaizdą, naudojantis GIS programinę įranga, yra susiduriama su dviejų tipų problemomis, tai:
  - **Erdvinių duomenų problema.** Kuriant erdvinį reljefo modelį ir atliekant interpoliaciją, visada gauname paklaidą. Toliau dirbant su tokiais duomenimis, paklaida įtakoja visus tyrimo rezultatus, o kartais netgi padidėja. Tai yra vadinama klaidos plitimo efektu.
  - **Programinės įrangos problema.** Tai lėtas programinės įrangos gamintojų vaizdo tyrimų algoritmų atnaujinimas ir ribotos programinės įrangos galimybės nustatyti objekto kokybines (skaidrumą, plyšių būvimą) ir kiekybines charakteristikas (matysime visą vėjo turbiną, ar tik jos sparno galiuką).
4. Darbe pateikiami 4 pavyzdžiai, su konkrečiais panoraminio vaizdo, naudojant GIS programine įrangą pritaikomais: telekomunikacijų srityje, archeologijoje, architektūroje ir

kosminiuose Marso planetos tyrimuose. Geriausiai panoraminio vaizdo tyrimo panaudojimas atsiskleidžia telekomunikacijų srityje, kadangi pateikiamame pavyzdyje maksimaliai išnaudojamos šios GIS funkcijos galimybės.

5. Panoraminio vaizdo tyrimas žemėlapyje naudojant GIS programinę įrangą, atneštų konkrečios naudos nekilnojamo turto (toliau NT) reklamai, nes, pagal tyrimo rezultatus, vaizdo kokybė, NT vertei, turi didelės įtakos, o panoraminio vaizdo tyrimo įrankis yra viena iš nešališkų vaizdo vertinimo funkcijų.

## **Pasiūlymai**

1. Diegti panoraminio vaizdo tyrimo įrankio į NT reklama užsiimančių interneto puslapių GIS sistemas kol kas nesiūlau, nes:
  - a. panoraminio vaizdo įrankis yra netobulas:
    - naudojami seni algoritmai;
    - pateikti kokybiškiems atsakymams reikalinga ypatingos kokybės erdvinė informacija, o kol kas jai surinkti ir apdoroti reikalingi dideli techniniai ir technologiniai resursai;
  - b. paprasti vartotojai, kol kas, vartoja daug paprastesnes GIS funkcijas, kuriomis naudotis, galimybę suteikia internetas, o panoraminio matomumo įrankis yra daugiau orientuotas į mokslinius tyrimus.
2. Siūlyčiau nuosaikiai ir palaipsniui didinti GIS įrankių diegimą darbui su kartografinė medžiaga NT reklamą teikiančių interneto puslapių GIS sistemose, nes pagal tyrimo rezultatus paaiškėjo, kad vartotojai tuo domisi ir yra linkę išbandyti naujoves.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Tumas R. (2004). Aplinkos geoinformacijos sistemos. Vilnius, Vilniaus spauda.
- Ramonas A. (1998). Kai kurie kartografinio modeliavimo klausimai geografinės informacijos sistemose. *Geografijos metraštis*. 31 t. 448 – 460.
- Booth B. (2000). Using ArcGIS™ 3D Analyst™. USA, Redlands.
- McCoy J., Johnston K. (2001). Using ArcGIS™ Spatial Analyst™. USA, Redlands
- Weber L. (2006). In New York State, the Olana Historic Site Viewshed Analysis Uses GIS. *ArcNews* 28 (1):32:-36.
- Kinder B. D., Dorey I. M., Jones B. C., Sparkes J. A., Ware J. M. (2001). Visibility Analysis with the Multiscale Implicit TIN. *Transactions in GIS*. 5 (1): 19-37.
- Fisher P. F. (1991). First experiments in viewshed uncertainty: The accuracy of viewshed area. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 57:1321-7.
- Fisher P. F. (1996). Reconsideration of the viewshed function in terrain modeling. *Geographical Systems* 3: 33-58
- Oksanen J. (2006). Digital elevation model error in terrain analysis. Kirkkonummi.
- Christopherson L. G., Guertin P. D. (1996). Visibility Analysis and Ancient Settlement Strategies in the Region of Tall al-Umayri, Jordan. USA, University of Arizona.
- Castillo B. L. (2008). Viewshed of cell towers for 911 system. USA, St. Louis County Police department.
- Xia Z., Qing Z. (2006). Applications of 3D City Models Based Spatial Analysis to Urban Design. *Liesmars, No (03)0404*.
- City of Boulder Colorado. (2007) Transit Village area Plan: *Transit Village and Flatirons Viewshed Analysis*.
- Stone Enviromental INC. (2006). Viewshed Analysis Visibility Study Jordanville Wind Energy Project. New York.1-5p.

### Interneto šaltiniai:

<http://webhelp.esri.com/> - informacija ir pagalba internete ESRI produktų vartotojams.

<http://www.wikipedia.org> – enciklopedija internete.

<http://www.steelintheair.com> – telekomunikacijos ir GIS.

<http://www.usgs.gov> – JAV geologijos tarnyba.

<http://www.publika.lt> – apklausos ir apklausų sudarymas internete.

<http://erth.google.com> – „Google žemės“ puslapis internete

<http://www.nasa.gov> – JAV kosminių tyrimų centras

<http://www.esri.com/news/arcnews/arcnews/> - ESRI leidžiamas laikraštis internete GIS vartotojams „ArcNews“.



# PRIEDAI

## Priedas 1

### Apklausa

Esu VU kartografijos studijų 2 kurso magistrantas. Rašau magistrinį darbą tema „*Panoraminio vaizdo tyrimo metodika ir taikymas*“ Ši apklausa yra skirta išsiaiškinti - ar tikslinga yra taikyti, darbe aprašomą metodą, nekilnojamo turto reklamoje. Kiekvieno iš Jūsų atsakymai yra labai svarbūs ir, be abejo, padėsiantys vystyti pažangioms technologijoms. Anketa yra anoniminė ir atskiri Jūsų atsakymai ar duomenys apie jus nebus viešinami, o naudojami, tik apibendrinti ir statistiškai apdoroti duomenys.

Anketą sudaro 14 trumpų klausimų, kur reikia pasirinkti vieną, labiausiai Jūsų nuomonę atitinkantę atsakymą. Anketa vidutiniškai užpildoma per 2 minutes.

**Trumpas metodo paaiškinimas:** žemėlapyje pasirenkamas bet koks taškas. Pasirinkus tam tikrą funkciją, šiame žemėlapyje automatiškai pavaizduojama, koks yra matomumas iš jūsų pasirinkto taško.

P.S. NT = nekilnojama turtas

#### Lytis:

- Vyras
- Moteris

Amžius .....

#### Užsiėmimas:

- Mokotės
- Studijuojate
- Dirbate
- Kita .....

Pažymėkite varnelę jei esate nekilnojamo turto reklama užsiimančio puslapio atstovas.

- 1. Ar lankotės nekilnojamo turto (toliau NT) reklamą teikiančiuose interneto puslapiuose?**
  - a. Tai pagrindiniai mano lankomi puslapiai
  - b. Daugiau nei 3 kartus per dieną
  - c. Iki 3 kartų per dieną
  - d. 1 kartą per dieną
  - e. 2-3 kartus per savaitę
  - f. Retai lankausi
- 2. Ar naudojotės žemėlapiams pateikiamais NT reklamą teikiančiuose puslapiuose?**
  - a. Taip, ir jie man padeda susidaryti nuomonei apie dominantį objektą.
  - b. Taip, tačiau jie man mažai padeda.
  - c. Ne, naudojuosi kitų puslapių žemėlapiams (Maps.lt, GoogleMaps, ir pan)
  - d. Ne, visiškai nesinaudoju žemėlapiams.
- 3. Ar NT reklamą teikiantiems puslapiams yra reikalingi žemėlapiai?**

- a. Taip, kokybiškas žemėlapis neatsiejama tokios tematikos puslapio dalis.
  - b. Tai neturi didelės reikšmės.
  - c. Ne, žemėlapių įkėlimas tik gaišina mano laiką.
  - d. Neturiu nuomonės.
- 4. Kokius veiksmus daugiausiai atliekate žemėlapyje (galite pažymėti ar įrašyti kelis variantus)?**
- a. Pasižiūriu objekto padėtį.
  - b. Matuoju atstumus.
  - c. Matuoju plotus.
  - d. Susidarau maršrutą.
  - e. Pasižymiu objektus.
  - f. Kita .....
- 5. Ar reikėtų papildomų kartografinių (atliekamų žemėlapyje) funkcijų NT reklama užsiimančiuose puslapiuose.**
- a. Taip, būtinai.
  - b. Tai, nepakenktų.
  - c. Ne, užtenka tiek kiek yra
  - d. Ne, jomis nesinaudoju ir nesiruošiu naudotis
- 6. Ar turi įtakos objekto vertei jo buvimo vietos vaizdingumas?**
- a. Taip, tai pagrindinė jo savybė.
  - b. Taip, tačiau tai nėra labai reikšminga
  - c. Ne, tačiau turėtų turėti
  - d. Ne, ir tai niekam neįdomu.
- 7. Kaip turėtų būti pateikiama informacija apie objekto buvimo vietos vaizdingumą?**
- a. Fotonuotraukomis.
  - b. Tekstiniu aprašymu.
  - c. Žemėlapyje.
  - d. Kitu būdu.....
- 8. Objekto vietos vaizdingumo kokybės įvertinimas žemėlapyje:**
- a. yra reikalingas ir suteiktų labai vertingos informacijos.
  - b. įdomi naujovė ir jei būtų, tai nepamaišytų.
  - c. nereikalingas ir apkraunantis beverte informacija.
  - d. Neturiu nuomonės.
- 9. Ar yra tekę naudotis panoraminio vaizdo ar teritorijos vaizdingumo įvertinimo (ar nustatymo) funkcija žemėlapyje?**
- a. Taip, nuolatos naudojuosi
  - b. Taip, kartą ar du.
  - c. Ne, tačiau toks dalykas praverstų
  - d. Ne, ir man to nereikia.
  - e. Nesuprantu apie ką šnekama...

**Ačiū už atsakymus!**

**Jei norėtumėte gauti apibendrintus tyrimo rezultatus – įrašykite savo e-pašto adresą.**