



**VILNIAUS UNIVERSITETAS  
CHEMIJOS IR GEOMOKSLŲ FAKULTETAS  
KARTOGRAFIJOS IR GEOINFORMATIKOS KATEDRA**

**Vaida Petrauskaitė**

**SPALVINIO KARTOGRAFINIO VAIZDO SUVOKIMO ANALIZĖ  
COLOR IMAGE PERCEPTION ANALYSIS IN CARTOGRAPHY**

**Baigiamasis magistro darbas  
Studijų programa – Kartografija**

**Vadovas: doc. A. Baurėnas  
Konsultantas: lekt. dr A. Pleskačiauskas**

**Vilnius, 2017**

## TURINYS

ĮVADAS .....	4
1. ATLIKTŲ TYRIMŲ APŽVALGA .....	7
1.1 Tyrimai atliekami su spalvomis.....	7
1.2 Tyrimai kartografijoje naudojant akių judesių metodą.....	14
2. DARBO METODOLOGIJA .....	19
2.1 Žemėlapių teritorijos pasirinkimas ir užrašai.....	24
2.2 Spalvų parinkimas žemėlapiams .....	20
2.3 Akies judesių fiksavimo įranga kartografiniuose tyrimuose .....	21
2.4 Tyrimo programa ir respondentai .....	25
2.5 Duomenų kaupimas ir analizė .....	28
3. TYRIMO REZULTATAI.....	31
3.1 Fiksacijų skaičius.....	31
3.2 Reakcijos laikas .....	36
3.3 Žvilgsnio šuolis .....	40
3.4 Žvilgsnio trajektorija .....	44
3.5 Tyrimo rezultatų apibendrinimas.....	46
IŠVADOS.....	50
NAUDOTA LITERATŪRA .....	51
PRIEDAI .....	53

**Petrauskaitė V.** Spalvinio kartografinio vaizdo suvokimo analizė. Magistro darbas. Vilnius: VU. 2017.

**Anotacija.** Žemėlapių suvokimo tyrimai pasaulyje atliekami nuolat, jais siekiama išsiaiškinti kaip vartotojas suvokia žemėlapius. Kartografinių spalvų suvokimo tyrimų dėka galima optimizuoti žemėlapių kūrimą. Tinkamas spalvų parinkimas žemėlapyje gali palengvinti jo suvokimą ir objektų identifikavimą, tai darosi ypač aktualu populiarėjant skaitmeniniams žemėlapiams. Šiame darbe aprašoma kartografinio vaizdo suvokimo tyrimas, kuriam buvo naudojama akies sekimo įranga. Šio darbo tikslas – įvertinti įvairiaspalviškumo įtaką kartografinio vaizdo suvokimui ir tokiu būdu prisidėti prie skaitmeninių žemėlapių optimizavimo. Darbo tikslo įgyvendinimui suformuoti šeši uždaviniai: išanalizuoti spalvų įtakos kartografinio vaizdo suvokimui mokslines publikacijas; parengti spalvų suvokimo tyrimo ir duomenų analizės metodiką; atlikti spalvinio kartografinio vaizdo suvokimo tyrimą vadovaujantis sudaryta metodika; įvertinti reakcijos laiko, žvilgsnio šuolio ir fiksacijų skaičiaus priklausomybes nuo spalvų bei tiriamųjų grupės; atlikti žvilgsnio trajektorijų ilgių priklausomybių palyginimą nuo spalvų bei tiriamųjų grupės; pateikti spalvinio kartografinio vaizdo suvokimo tyrimo metu gautus apibendrintus rezultatus. Atlikus spalvų įtakos kartografinio vaizdo suvokimui mokslinių publikacijų analizę nustatyta, kad atliekama mažai kartografinių tyrimų susijusių su spalvų suvokimu. Darbui atlikti buvo sukurta specifinė metodika, kuri rėmėsi anksčiau atliktais tyrimais šioje srityje, naudojant akies sekimo technologiją. Atlikus tyrimą ir išanalizavus gautus rezultatus (reakcijos laiką, žvilgsnio šuolį, fiksacijų skaičių, žvilgsnių trajektorijų ilgius) paaiškėjo, kad netradicinių spalvų žemėlapiuose informacija buvo greičiau ir lengviau suvokiama. Tyrimas parodė, kad kuriant skaitmeninių žemėlapių interaktyvumą turėtų būti galimybė naudotojams pasirinkti spalvas, taip pat turėtų būti leidžiama, daugiau padidinti tas teritorijas, kuriose informacijos koncentracija didesnė.

**Raktiniai žodžiai:** žemėlapių suvokimas, akių sekimo įrenginys, spalvų suvokimas, „EyeLink 1000“.

## IVADAS

Plečiantis žmonijos žinioms apie pasaulį, jo dalis, sandarą, aplink vykstančius procesus, aplinkos atvaizdavimas braižant žemėlapius darėsi vis populiariesnis. Vos atsiradus paprasčiausiems kartografiniams kūriniais, pirmiesiems žemėlapiams, sudarinėtojų pagrindinis tikslas buvo reikiamą informaciją pavaizduoti kuo paprasčiau ir aiškiau, tam kad naudotojams būtų lengviau suprasti pateikiamą informaciją. Bėgant laikui žemėlapiai vis sudėtingėjo, jų panaudojimas darėsi vis įvairesnis. Žemėlapiai pradėti plačiai naudoti tiek orientacijai, navigacijai tiek reiškinių ar procesų vaizdavimui ir pasaulio modelio kūrimui, todėl tapo neatsiejama komunikacijos priemone. Dėl plataus kartografinių kūrinų pritaikymo bei jų teminės specifikos, žemėlapiai sudėtingėjo.

Sudėtingėjant žemėlapiams keitėsi informacijos perteikimo ir vaizdavimo būdai: daugėjant ženklų, didėjant spalvų įvairovei kartu didėjo ir žemėlapių informacinė apkrova. Ją paskatino tai, kad įvairūs ženklai, šriftai ir spalvos sudarydavo atskirus sudėtingesnius ženklų variantus, kurie reikalingi norint pavaizduoti tam tikrą reiškinį ar procesą. Didėjant informacinei apkrovai buvo tolstama nuo pagrindinės žemėlapių funkcijos: naudotojui pateikti kuo paprastesnį ir aiškesnį kartografuojamos teritorijos vaizdą. Būtent dėl to vis aktualesne problema tapo naudotojo kartografinio vaizdo suvokimas, į kurį šiuo metu vis labiau atsižvelgiama. Vystantis technologijoms, kurių pagalba galima pavaizduoti aplinką, reiškinius, statistinius duomenis, svarbiu dalyku tampa optimalus duomenų vaizdavimas, kuris yra tiesiogiai proporcingas lengvesniam žemėlapių skaitymui ir suvokimui. Dėl šių priežasčių kartografo užduotis – sukurti žemėlapi, kuriame tiksliai, paprastai ir naudotojui suprantamai bus perteiktas kuo didesnis informacijos kiekis tampa dar sudėtingesne (Popelka, Brychtova, Brus, 2016).

Žemėlapių sudarytojas kartografinį kūrinį suvokia kiek kitaip nei eilinis vartotojas, todėl kartografui sunku įsivaizduoti kaip žemėlapis bus interpretuojamas, ar bus patogiai, aiškiai ir greitai skaitomas. Būtent dėl to maketavimas ir jo dizainas yra bene svarbiausias žemėlapių kūrimo etapas, kurio metu stengiamasi sukurti patraukliausią vartotojui produktą. Modernėjant žemėlapių kūrimo technologijoms didėja jų pasiūla ir įvairovė, dauguma jų perkeliama į skaitmeninę erdvę, tokiu būdu žemėlapių vartotojų ratas dar labiau padidėja. Dėl šios priežasties kartografams, prieš optimizuojant žemėlapių kūrimą, būtina įvertinti kaip eilinis vartotojas suvokia jam pateiktą informaciją skaitmeniniuose įrenginiuose. Vienas iš būdų, galinčių padėti optimizuoti žemėlapių kūrimą, padaryti juos patrauklius ir patogius naudoti – akių judesių technologija, kuri pradėta neseniai naudoti kartografijoje. Pasitelkus šią technologiją galima atsakyti į tokius klausimus: kaip suvokiama žemėlapiuose pateikiama informacija, kaip skaitomas kartografinis kūrinys, kuriose žemėlapių vietose dažniausiai žiūrima, ar simboliai lengvai skaitomi ir t. t. tokio pobūdžio analizės

gali prisidėti prie žemėlapių maketo, dizaino, spalvų parinkimo, simbolių kūrimo optimizavimo. Akies judesių sekimo tyrimai nėra pakankamai išnagrinėti ir pritaikyti kartografijos srityje, tačiau šių tyrimų galimybės plačios. Daugiausiai kartografinių tyrimų atliktų su šia technologija pritaikyti žemėlapių kokybės gerinimui (Popelka, Brychtova, Brus, 2016).

Akies judesių fiksavimo technologijos principas yra akies sekimas, kol vyksta matomosios aplinkos suvokimas, tuo metu įrenginys fiksuoja akies judesius ir jų trukmę. Naudojant šią technologiją gaunami kiekybiniai ir kokybiniai duomenys, kurių analizė gali padėti optimizuoti žemėlapių kūrimą, o tai leistų kartografams priimti tam tikrus sprendimus susijusius su kartografinio kūrinio dizainu ir maketavimu (Popelka, Brychtova, Brus, 2016). Nepaisant to akies sekimo technologija dar nėra plačiai taikoma kartografijoje, nors tokiu būdu gauti duomenys yra aktualūs ir naudingi. Siekiant atskleisti šios technologijos galimybes ir pritaikomumą kartografijoje buvo atliekamas spalvinio kartografinio vaizdo tyrimas.

Šiame darbe atliktas tyrimas, naudojant kartografiniuose tyrimuose naujas akies sekimo technologijas, leis įvertinti žemėlapių suvokimą. Kadangi viena iš pagrindinių kartografinio dizaino priemonių – spalva, kuri leidžia paprasčiau perteikti informaciją. Būtent dėl to atliktu tyrimu norima įsitikinti, kokią įtaką kartografiniame kūrinyje pavaizduotų objektų radimui turi spalva. Taip pat bus galima įvertinti, kokias spalvas, kuriant kartografinius kūrinius, pasirinkti, kad žemėlapyje jos būtų lengvai skiriamos ir suvokiamos naudotojų. Tyrimo metu buvo panaudotas akių judesiu fiksuojuantis prietaisas „EyeLink 1000 Desktop Mount“, esantis Vilniaus Universitete neurobiologijos katedroje.

**Darbo naujumas.** Kartografinio vaizdo suvokimo tyrimas atliekamas taikant nuotolinę akies sekimo įrangą, kuri Lietuvoje beveik nenaudota kartografiniuose tyrimuose. Eksperimento, kuriam sukurta ši metodologija, rezultatai bus tikslūs žemėlapiai, kuriuose matomi akių judesiai padės išsiaiškinti, kokią įtaką žemėlapių suvokimui turi etaloninės kitaip sakant, dažniausiai kartografiniuose kūriniuose sutinkamos spalvos ir neetaloninės spalvos – sutinkamos retai. Lietuvoje yra vos vienas baigiamasis magistrinis darbas atliktas naudojantis akių sekimo metodą kartografijoje. Tai nauja sritis, kurios pagalba galima optimizuoti žemėlapių kūrimą. Būtent dėl šios priežasties darbas svarbus ir aktualus šiandieninei kartografijai.

**Darbo aktualumas.** Spalvos poveikis žemėlapių suvokimui ir interpretavimui yra labai svarbus, į kurį reikia atsižvelgti sudarant ne tik analoginius, bet ir skaitmeninius žemėlapius. Kiekvienam žemėlapiui spalvų rinkiniai yra parenkami skirtingai, nėra vieno universalus spalvų rinkinio, todėl kartografiniai kūriniai pasižymi įvairove. Vis dėl to nėra aišku, kokios spalvos turi didžiausią įtaką informacijos suvokimui, kurios yra priimtinos žmonių akims, ar spalvų mėgimas turi įtakos kartografinio vaizdo skaitymui ir jo interpretavimui. Tinkamas spalvų parinkimas darosi vis aktualesnis, nes žemėlapiai perkeliama į elektroninę erdvę. Skirtingai nei popierinių,

skaitmeninių žemėlapių spalvoms įtakos turi apšvietimas bei kompiuterio parametrai. Būtent todėl kartografijoje spalvos optimizavimo klausimas išlieka aktualus. Svarbu atkreipti dėmesį į tai, kad netinkamai parinktos spalvos naudotojui apsunkina žemėlapių suvokimą. Naudojant akies sekimo įrenginį reikšminga ištirti kaip naudotojo žemėlapių suvokimą veikia spalvos. Tikimasi, kad tyrimo rezultatai turės įtakos skaitmeninių žemėlapių optimizavimui ir padės gerinti jų kokybę.

**Darbo tikslas.** Įvertinti įvairiaspalviškumo įtaką kartografinio vaizdo suvokimui ir tokiu būdu prisidėti prie skaitmeninių žemėlapių optimizavimo.

Tiksliui pasiekti buvo išsikelti šie **uždaviniai**:

**Darbo uždaviniai:**

1. Išanalizuoti spalvų įtakos kartografinio vaizdo suvokimui mokslines publikacijas;
2. Parengti spalvų suvokimo tyrimo ir duomenų analizės metodiką;
3. Atlikti spalvinio kartografinio vaizdo suvokimo tyrimą vadovaujantis sudaryta metodika;
4. Įvertinti reakcijos laiko, žvilgsnio šuolio ir fiksacijų skaičiaus priklausomybes nuo spalvų bei tiriamųjų grupės;
5. Atlikti žvilgsnio trajektorijų ilgių priklausomybių palyginimą nuo spalvų bei tiriamųjų grupės;
6. Pateikti spalvinio kartografinio vaizdo suvokimo tyrimo metu gautus apibendrintus rezultatus.

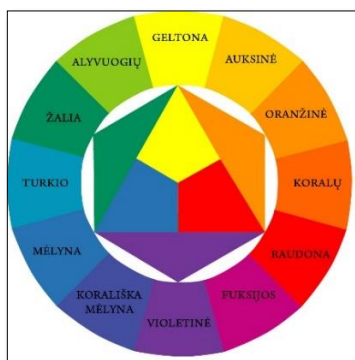
**Padėka.** Norėčiau padėkoti visiems kartografijos ir geoinformatikos katedros dėstytojams, už suteiktas žinias ir pagalbą. Ypač dėkoju savo baigiamojo magistrinio darbo vadovui docentui Artūriui Baurėnui už pastabas, patarimus, pagalbą, kantrybę, palaikymą ir geranoriškumą. Taip pat dėkoju lektoriui Aleksandrui Pleskačiauskui už suteiktas žinias, patarimus, pagalbą atliekant tyrimą, galimybe naudotis akių judesių sekimo prietaisu bei geraširdiškumą.

# 1. ATLIKTŲ TYRIMŲ APŽVALGA

## 1.1 Tyrimai atliekami su spalvomis

Spalva – daiktų savybė sukelti regos pojūtį, atitinkantį tų daiktų skleidžiamos, atspindimos arba praleidžiamos šviesos spektrinę sudėtį ir intensyvumą, kartu tai viena iš komunikacijos formų, greičiausiai atskleidžia mintis, jausmus ir reikšmes. (Kačinskienė, 2013). Žmogų nuolat supa spalvos jos neišvengiamai daro įtaką jo būsenai. Yra nemažai veiksnių, kurie formuoja žmogaus požiūrį į spalvas: regionas, kuriame gyvenama, peizažas, tradicijos, išsilavinimas, charakteris, amžius, lytis ir kt. Taip yra todėl, kad spalva yra viena iš svarbiausių emocinio poveikio priemonių, kuri kelia daug asociacijų (Mizgiris, 2007). Literatūroje pateikiamos dvi spalvų asociacijos: natūrali ir psichologinė. Natūrali asociacija visiems žmonėms yra universali ir sukelia tokias pačias asociacijas. Psichologinė asociacija susijusi su kultūra ir šiuolaikiniu spalvų suvokimu, žmogui gali sukelti tiek teigiamą, tiek neigiamą poveikį. Psichologinis spalvos suvokimas gali kilti iš: kultūrinių skirtumų, politinių ir istorinių, religinių ir mitologinių, kalbinių asociacijų, šiuolaikinio naudojimo ir mados (Morton, 2017). Tam, kad būtų išvengta nesusipratimų, kuriuos nulemia psichologinis spalvos suvokimas, yra sukurta spalvų teorijos, kurios pateikia logišką spalvos panaudojimą.

Pagrindiniai spalvų teorijos komponentai, tam kad ji būtų logiška ir naudinga: spalvų ratas, spalvų harmonija, spalvų parametrai, spalvų grupavimas į šiltas ir šaltas taip pat į chromatines ir achromatines spalvas. Spalvų ratas susideda iš dvylikos spalvų ir parodo pagrindinius spalvų derinimo principus, kurie yra gana paprasti (žr. 1 pav.). Šiame rate pateikiama spalvų progresija eiliškumo tvarka. Naudojantis ratu galima išgauti spalvų kontrastą – skirtingų spalvų derinį, kai spalvos tonas, sodrumas, šviesumas kinta veikiant gretimai spalvai. Spalvų rate išskiriamos pagrindinės, antrosios ir trečiosios spalvos. Spalvų ratas formuojamas iš 3 pagrindinių spalvų, sudarančių lygiakraštį trikampį: raudona, geltona ir mėlyna. Antrosios spalvos taip pat vaizduojamos trikampaiais, esančiais šalia pirminių spalvų trikampio. Kuomet viena pirminių spalvų yra sumaišoma su kita, gaunama antrinė spalva: žalia, oranžinė, violetinė. Trečiosios spalvos sukuriamos sumaišius vieną antrinę ir vieną pirminę spalvą. Spalvų rate kiekviena trečioji spalva bus greta esančių spalvų kombinacija. Naudojantis seka šiame rate, galima surasti visas įmanomas spalvų kombinacijas (Mizgiris, 2007; *Apie spalvas*, 2017).



**1 pav.** Spalvų ratas (Šaltinis: *Apie spalvas*, 2017)

Kitas spalvų teorijos komponentas yra spalvų harmonija, kuri gali būti niuansinė arba priešybių. Niuansinė harmonija – tai vienos spalvos ryškumo atspalvių eilė arba spalvų rate viena šalia kitos esančios spalvos. Kadangi tarp jų nėra kontrasto, todėl sukelia harmonijos pojūtį. Priešybių harmonija – tai derančios kontrastingų spalvų grupės. Harmoningos yra pirminės spalvos, kurios sudaro stipriausią ir aiškiausią derinį, taip pat spalvų rate viena priešais kitą esančios spalvos (Kačinskienė, 2013). Nors yra sukurta teorija apie spalvų harmoniją, tačiau tai yra gana subjektyvu. Derinant spalvas galima naudoti įvairias sistemas, tačiau yra atvejų kai vienos spalvos dera tarpusavyje arba viena su kita tik konkrečiomis sąlygomis (Mizgiris, 2007).

Naudojant spalvas svarbu yra atsižvelgti į tris bendras charakteristikas: tonas, šviesumas ir sodrumas. Tonas – tai požymis, pagal kurį tam tikro bangos ilgio šviesa priskiriama atitinkamai spalvai. Šviesumas – tai spalvos šviesumo arba tamsumo laipsnis. Jis parodo, ar spalva yra arčiau baltos ar juodos spalvos. Sodrumas – tai spalvos intensyvumas, ryškumas, arba grynumas. Kuo mažiau spalvoje baltos ar juodos, tuo spalva sodresnė. Sodriausios yra grynos spektro spalvos. (Kačinskienė, 2013).

Dar vienas spalvų teorijos principas yra spalvų grupavimas. Spalvos grupuojamos į šiltas ir šaltas spalvas bei į chromatines ir achromatines. Spalvos grupuojamos į šiltas ir šaltas pagal jų sukeltą šalčio ar šilumos įspūdį. Šiltos spalvos tai raudonos, geltonos ir arčiau jų esančios. Jos pastebimos ir įsimenamos lengviau. Šaltos spalvos tai žydros, žalios ir mėlynos. Dar kartais vadinamos sunkiomis spalvomis. Kuo daugiau raudonos, tuo spalvos šiltesnės, o kuo daugiau mėlynos, tuo šaltesnės (Kačinskienė, 2013). Spalvos pagal šviesos sugėrimą, atspindėjimą ir praleidimą skirstomos į dvi grupes: chromatines – spalvotąsias, kurių pagrindas yra spektro juosta ir achromatines – bespalves, tai balta, pilka ir juoda su visais šviesumo laipsniais. Taip pat yra ir daugiau spalvų skirstymų, tačiau paminėtieji yra pagrindiniai (Mizgiris, 2007).

Spalva daro didelį poveikį žmogui, tiek jo emocinei būsenai, tiek psichologinei, turi įtakos jo pasaulio suvokimui ir interpretavimui, netiesiogiai įtakoja žmogaus sprendimus ir pasirinkimus. Būtent dėl šių priežasčių yra atliekama daug tyrimų susijusių su spalvų įtaka žmonėms, kuriais



siekama tiksliau išsiaiškinti tam tikrų spalvų poveikį žmogui, kokia įtaką jos turi priimamam sprendimui. Daugelyje tyrimų atliekamų su spalvomis dažniausiai galima išvelgti psichologinius aspektus, nepriklausomai nuo tiriamos temos. Toliau bus apžvelgta šiek tiek tokių tyrimų įvairiose mokslo srityse.

Nemažai tyrimų yra susiję su spalvų suvokimu ir tai kokią įtaką jos daro žmonėms. Vienas iš tokių tyrimų yra atliktas L. Huchendorf „The effects of color on memory“ („Spalvų įtaka atminčiai“), jame dalyvavo 115 studentų, kurių anglų kalba yra gimtoji, tam kad nebūtų skirtingų spalvų interpretacijų. Dalyviams buvo pateikiami dviejų ir trijų skiemenų žodžiai atitinkamoje spalvoje: žalioje, mėlynoje, raudonoje ar geltonoje bei baltoje - kontrolinėje, tiriamieji turėjo minutę laiko įsižiūrėti į žodžius ir vėliau parašyti tuos, kuriuos įsiminė. Priešingai nei buvo tikėtasi, nebuvo gautas reikšmingas procentinis skirtumas tarp spalvų. Tačiau anot Huchendorf tai tik parodo, kad tyrimą reiktų tobulinti, nes kažkas buvo atlikta nevisiškai gerai. Pasak tyrėjo tokio tyrimo rezultatai turėtų įtakos reklamos, švietimo srityse (Huchendorf. 2007).

Kitas panašaus pobūdžio tyrimas atliktas Kanados mokslininkų, juo buvo siekiama išsiaiškinti kokia spalva – raudona ar mėlyna – daro didžiausią poveikį vartotojams. Eksperimento metu tiriamieji turėdavo po dvi minutes prisiminti trisdešimt šešis ekrane jiems parodytus žodžius. Kai fonas būdavo raudonas, rezultatai vidutiniškai būdavo geresni, o kai mėlynas – prastesni. Kitoje eksperimento dalyje buvo prašoma sugalvoti, kaip būtų galima kuo įvairiau panaudoti plytų krūvelę, rezultatai atskleidė, kad bendras idėjų skaičius nepriklausė nuo ekrano fono spalvos. Tačiau kūrybiškiausias idėjas pateikė kur kas daugiau žmonių, dirbusių su mėlynos spalvos ekranais. Tyrimo metu buvo įrodyta, kas jei užduotis reikalauja sutelkto dėmesio, labiau padės raudona, o jeigu ji kūrybinio pobūdžio, efektyvesnė bus mėlyna. Tačiau tam taip pat įtakos turi ir pati užduotis (*Smegenis labiausiai stimuliuoja dvi spalvos*, 2017).

S. Kurt, K. Kingsley Osueke atliktu tyrimu „The effects of color on the moods of college students“ („Spalvų įtaka studentų nuotaikai“) buvo siekiama išsiaiškinti kokios turėtų būti parinktos spalvos, universiteto miestelio erdvėse, kad kuo tinkamiau jas atspindėtų ir keltų teigiamas emocijas. Tyrimas buvo atliktas apklausos būdu, kurio metu buvo stengiamasi apklausti kuo didesnis ir įvairesnis studentų ratas. Klausimai buvo parengti taip, kad kuo tiksliau būtų nustatyta, kokią įtaką studentų nuotaikai daro tam tikra spalva išdažytos universiteto erdvės. Gauti rezultatai buvo pateikti kaip rekomendacijos, taip pat padaryta išvada, kad tinkamas spalvų panaudojimas padidintų atitinkamos vietos funkcionalumą (Kurt, Kingsley Osueke, 2014).

Tyrimai naudojant spalvas atliekami ir su pacientais, norint išsiaiškinti kaip spalvos veikia sergančius žmones. Tokiems eksperimentams galima priskirti S.Pappas atliktą darbą „Different colors describe happiness vs.depression“ („Skirtingos spalvos apibūdina laimę ir depresiją“), jame analizavo, kokias asociacijas sveikiems, jaučiantiems nuolatinį nerimą ir sergantiems depresija

žmonėms, sukelia spalvos. Tyrimo metu mokslininkai atrinko šias spalvas: raudoną, oranžinę, žalią, violetinę, geltoną, rudą ir rožinę, kurias padalijo į keturis atspalvius. Prie jų dar pridėjo baltą, juodą bei keturis pilkos atspalvius - iš viso gavosi trisdešimt aštuoni skirtingų spalvų variantai. Tyrime dalyvavo 105 sveiki, 110 nuolat jaučiantys nerimą bei 108 sergantys depresija žmonės, kurie turėjo iš šių spalvų, pateiktų apskritime, išsirinkti vieną labiausiai juos traukiančią spalvą. Paaiškėjo, kad didžioji dalis žmonių sergančių depresija ir jaučiančių nuolatinį nerimą savo nuotaiką dažniausiai linkę susieti su pilka spalva, tik 10 proc. sveikų žmonių savo nuotaiką susiejo su šia spalva. Sveiki žmonės savo nuotaikas linkę sieti su geltona spalva. Taip pat buvo pastebėta, kad tyrime labai svarbų vaidmenį vaidino spalvos sodrumas. Daugeliu atveju spalvos atspalvis yra svarbesnis nei pati spalva, nes šviesiai mėlyna nesietina su prasta nuotaika, o tamsiai mėlyna jau sietina (Pappas, 2017).

Dar vienas tyrimas atliktas su pacientais yra J. G. Park „Color perception in pediatric patient room design: Healthy children vs. pediatric patients“ („Palatos spalvos įtaka sveikimui sveikiems ir sergantiems vaikams“). Šio tyrimo tikslas buvo išsiaiškinti spalvos įtaką kaip aplinkos veiksnį, galintį palengvinantį vaikų gijimą. Vaikams popieriuje buvo pateikiami įvairių spalvų kvadratėliai ir buvo prašoma pasirinkti vieną spalvą, kuria nudažytos palatų sienos jiems atrodytų maloniausiai. Gauti sveikų ir sergančių vaikų rezultatai stipriai nesiskyrė, tačiau tyrėjui iškėlė klausimą ar sergantys ir sveiki vaikai taip pat suvokia tą pačią spalvą. Tyrimo rezultatai parodė, kad priklausomai nuo lyties vaikai renkasi ryškias spalvas: violetinę, raudoną, mėlyną, žalią. Balta spalva buvo pasirinkta rečiausiai (Park, 2009).

Spalvų psichologija ir su tuo susiję tyrimai taip pat atliekami verslo srityje, jie turi didelę reikšmę marketingui, prekių ženklų kūrimui, nes įtakoja prekių pasirinkimą, jų žinomumą. J. Matijošienės straipsnyje „Spalvų psichologija ir jūsų verslo internetinė svetainė ar tinklaraštis“ teigiama, kad kuriant internetinę svetainę ar tinklaraštį verta pasidomėti, kokia spalva ar jų derinys geriausiai atspindėtų pateikiamą informaciją ir formuotų tinkamą įspūdį ir įvaizdį. Svarbu ne tik fono spalva, bet ir antraštės, citatų, pačio teksto. Kalbant apie spalvas versle, svarbu yra tęstinumas ir atpažįstamumas, kokias spalvų asociacijas kelia esamas verslas. Dėl šios priežasties verta ilgiau pagalvoti renkantis spalvas, nusprendžiant, ką jos simbolizuos, kokias kels asociacijas bei kokį darys poveikį (Matijošienė, 2017). Panašias išvalgas G. Ciotti pateikia straipsnyje „The psychology of color in marketing and branding“ („Psichologinis spalvų poveikis merketinge ir prekių ženkluose“), kuriame aptaria tyrimą „Impact of color on marketing“ („Spalvos poveikis rinkodarai“). Minėtame tyrime mokslininkai nustatė, kad iki 90% pirkėjų, pirmalaikiam sprendimui apie produktą įtakos turi pakuotės spalva, nepriklausomai nuo pačio produkto. Šiame straipsnyje autorius aptaria ir kitus tyrimus darytus šioje srityje, kurie parodo, kad smegenys

atpažįsta prekės ženklus iš spalvos, todėl ji yra svarbi kuriant ženklo identitetą. Spalva taip pat didina prekės žinomumą (Ciotti, 2017).

Visi šie paminėti tyrimai parodo, kokią svarbą spalva turi įvairiose mokslo srityse, kaip svarbu žinoti, kokią įtaka ji daro žmogui ir kaip yra suvokiama. Ji taip pat neatsiejama ir nuo kartografijos mokslo, nes spalva yra pagrindinė kartografinio dizaino priemonė. Kartografai, kurdami žemėlapius, daugiausiai dirba su trimis spalvos komponentais: atspalviu, verte ir chromatiškumu. Tačiau be spalvos žemėlapyje naudojamos ir kitokios kartografinio dizaino priemonės, būtent todėl žemėlapis – itin didelio kiekio informacijos kaupiklis ir pardavėjas. Tad kartografas privalo išmanyti apie spalvas, kad panaudodamas kartografinės semiotikos ir dizaino principus bei dėsnius sutartiniais ženklais galėtų perteikti informaciją, kuri būtų greitai ir lengvai suvokiama, skaitoma bei įsiminama (Dumbliauskienė, 2002). Skaitant žemėlapyje pateiktą informaciją iškyla spalvų suvokimo, jų atpažinimo, įsiminimo problema. Tam, kad spalvos būtų pagrįstai panaudotos kartografiniuose darbuose, būtina jas išanalizuoti trimis aspektais: 1) fizikiniu – energijos spinduliavimas; 2) fiziologiniu – spindulinės energijos poveikis regos organams t. y. regos organų dirginimas; 3) psichologiniu – spalvos suvokimas. Kartografiniame dizaine svarbu išmanyti spalvų sistematiką, jų charakteristikas, išgavimo būdus, suvokimo procesą (Bautrėnas, Dumbliauskienė, 2005).

Tam, kad žemėlapis būtų kuo greičiau ir lengviau suvokiamas, žemėlapių sudarytojams yra nustatytos rekomendacijos, kokius duomenis kokiomis spalvomis geriausiai atvaizduoti. Šios rekomendacijas sukūrė dizaineris Berten, kuris aprašo žemėlapių simbolių vizualizavimo principus, į kuriuos įeina atspalvis, žemėlapyje parodantis kokybinį skirtumą tarp duomenų ir šviesumas parodantis kokybinį ir kiekybinį skirtumą. Pritaikius simbolių vizualizavimo principus, kurie susiję su grafiniu dizainu ir pagrindinėmis spalvų taikymo teorijomis sukurtos ir kartografų taikomos nuoseklios, priešpriešos ir kokybinės spalvų skalės. Šios rekomendacijos remiasi dizainerių sukurtomis spalvų teorijomis, spalvų ratu. Kartografams taip pat svarbu žinoti, koks yra žmogaus požiūris į spalvas, kaip jos veikia nuotaikas, jausmus, suvokimą, skaitymą. Į tai reikia atsižvelgti, nes spalva žemėlapiuose dažnai laikoma savaimė suprantamu dalyku, kad kalnai turi būti rudi, o upės mėlynos. Pasirenkant spalvas taip pat svarbu atsižvelgti į logiką t. y. kaip spalvos derės su kartografuojama tema. Spalvų pritaikymui, simbolių bei žemėlapio vizualizavimui dažnai naudojami anksčiau minėti dizaino principai, kurie yra pritaikomi ir aprašomi kartografų. Apie tai savo veikaluose rašo A. Kirk, C. Ware ir nemažai kitų autorių (Kirk, 2012; Ware, 2012).

Taikant rekomendacijas, kokias spalvas panaudoti žemėlapyje, iškilo klausimas kaip derėtų nuspalvinti gretimas valstybes ar administracinius vienetus, kad vienas šalia kito esantis objektas nebūtų tokios pačios spalvos ir kiek mažiausiai spalvų gali būti panaudota žemėlapyje. Pritaikydamas matematiką, šį kartografinį uždavinį išsprendė P. J. Heawood. Jis sukūrė formulę,

kuri leidžia žemėlapius spalvinti keturiomis spalvomis. Tokiu būdu atsirado keturių spalvų teorema, kuri teigia, kad spalvinant žemėlapi ne daugiau kaip keturiomis spalvomis du gretimi regionai turi būti skirtingų spalvų. Greta esantys regionai yra tokie, kurie turi bendrą sieną ir jų kampai turi bendrų taškų su kitais regionais. Nors teoriškai keturių spalvų teorema turėtų palengvinti žemėlapių spalvinimą, tačiau ji nėra itin populiari tarp žemėlapių sudarinėtojų (*Four color theorem*, 2017).

Keturių spalvų teorija remiasi R. Bagdžiūnaitė savo darbe „Grafų spalvinimo kartografijoje uždaviniai“. Autorė teigia, kad spalvos žemėlapio sudarytojo parenkamos ir išdėstomos pagal jo sugebėjimus, logiką, estetinius pojūčius, tačiau populiarėjant skaitmeniniams žemėlapiams, reikia atsižvelgti į tai, kad spalvinimas vyksta automatiškai ir yra pagrįstas matematiniais metodais ir tinkama algoritmų metodika. Vienas iš tokių algoritmų metodų – grafų teorija, kuri analizuojame darbe. Grafas – figūra sudaryta iš viršūnių ir jas jungiančių atkarpų – briaunų. Šiuo darbu norima parengti tokį spalvinimo algoritmą, kad žemėlapyje būtų tolygiai panaudotos visos numatytos spalvos. Tam buvo sukurta programa, kurios tikslas nuspalvinti žemėlapi keturiomis spalvomis. Programa buvo sudaryta C++ programavimo kalba, nurodytas didžiausias kaimynų skaičius – 50 ir didžiausias spalvų skaičius – 4. Spalvos pradedamos skirstyti nuo rajono, turinčio daugiausiai kaimynų. Spalvinimas vyksta automatiškai. Ši programa buvo įterpta į ArcView programinį paketą. Spalvinant žemėlapius pagal siūlomą algoritmą spalva parenkama įvertinus jos panaudojimo dažnumą ir parenkama ta, kuri iki tol buvo naudota mažiausiai kartų. Atsižvelgiant į šią sąlygą, pasiekiamas tolygesnis spalvų pasiskirstymas žemėlapyje (Bagdžiūnaitė, 2001).

Žemėlapi spalvų parinkimas dažnai tiriamas paprastesniais būdais, vienas iš jų - apklausa. Toks būdas buvo pritaikytas B. Weninger tyrime „A color scheme for the presentation of sound immission in maps: requirements and principles for design“ („Spalvų schemų pristatymas triukšmo žemėlapiuose: projektavimo ir dizaino principai“). Pasak autoriaus garso lygiams mieste pavaizduoti ir įvertinti priimtinausia yra naudoti spalvą. Tai taip pat skatina žemėlapio praktišką naudojimą. Tam, kad tai įvertinti 232 dalyviams buvo pateiktos įvairios spalvų schemos ir paprašyta pasakyti, kurios jų nuomone geriausiai atspindi triukšmą. Tokiu būdu būtų prisidedama prie naujų spalvų schemų kūrimo, būtent tokios rūšies žemėlapiams. Dalyviams pateiktose schemose spalvos skyrėsi atspalviu, šviesumu ir sodrumu. Nors tyrimo rezultatai gauti skirtingi, tačiau pastebėta, kad dažniausiai pasirenkama spalvų schema, kurioje naudojamos ryškios spalvos: žalia, geltona, oranžinė ir raudona. Taip pat padaryta išvada, kad šių žemėlapių spalvinis dizainas yra sudėtingas, nes tam tikra spalva respondentui sukelia skirtingas asociacijas (Weninger, 2017).

Didėjant žemėlapių poreikiui ir naudojimui, svarbu atsižvelgti į spalvinius regėjimo sutrikimus turinčius žmones. Dėl šios priežasties atliekama nemažai tyrimų, kad žemėlapių spalvas gerai galėtų skirti spalvinio regėjimo sutrikimus turintys žmonės, taip pat jie gerai atrodytų

sutrikimų neturintiems. Vienas iš tokių – B. Jenny, N.V. Kelso atliktas tyrimas „Color Design for the Color Vision Impaired“ („Spalvų dizainas spalvinio regėjimo sutrikimus turintiems žmonėms“). Darbe aptariamos dažniausios spalvų matymo sutrikimų formos, nagrinėjamas „Oracle“ programinės įrangos įrankis, padedantis kartografas patikrinti spalvų derinius, taip kaip jas mato spalvų matymo sutrikimą turintys žmonės. Taip pat aptariami tinkami spalvų deriniai, simboliai, kad žemėlapiai būtų gerai suvokiami regėjimo sutrikimą turintiems žmonėms. Panaudojus „Oracle“ programinės įrangos įrankį buvo pastebėti probleminiai spalvų deriniai, dažnai naudojami kartografų, įrankis padeda iš naujo įvertinti nusistovėjusius spalvų derinius. Siekiant išvengti problemų susijusių su spalvų deriniais, kartografas turi naudoti didelio kontrasto spalvas ir papildomus vizualinius kintamuosius, tokius kaip forma, dydis. Skaitmeniniai žemėlapiai turėtų leisti vartotojui pritaikyti spalvų schemas savo poreikiams (Jenny, Kelso, 2007).

Lietuvoje spalva kaip kartografinio dizaino šaka mažai tyrinėta: A. Bautrėno disertacija, straipsnis kartu su M. Dumbliauskiene, prieš tai minėtas R. Bagdžiūnaitės darbas. Būtent dėl to spalvų panaudojimas, suvokimas bei pasirinkimas išlieka itin aktuali problema kartografiniam dizainui Lietuvoje. Kaip jau minėta, prie šios srities tyrimų prisideda A. Bautrėnas ir M. Dumbliauskienė parašę straipsnį „Spalvų suvokimo ir atkūrimo tyrimas kartografiniame dizaine“. Darbu siekiama įvertinti sukurtos kompiuterinės programos TC tinkamumą testuoti spalvų suvokimą bei atkūrimą, tam kad būtų galima įvertinti kaip žmogus mato ir suvokia spalvas esančias tarp kitų spalvų. Iš penkiolikos tiriamųjų gauti rezultatai leido įvertinti kiekvieno spalvinį mąstymą, sužinoti, kurios spalvos yra atkuriamos sunkiausiai, kaip konkrečios spalvos matomos ir suvokiamos. Pastebėta, kad spalvų suvokimui įtakos turi regėjimo aštrumas (Bautrėnas, Dumbliauskienė, 2005).

Kaip jau minėta A. Bautrėnas dėmesį spalvoms skiria ir savo disertacijoje „Kartografinio vaizdo optimizavimas teminėje kartografijoje (kompiuterinių programų pagrindu)“. Buvo atliktas įvairių kartografinių programų spalvų kūrimo ir konvertavimo galimybių palyginimas su 18 žemėlapių, tiriami keturių tipų spalviniai arealai. Buvo skaičiuojamas arealų spalvos intensyvumas, įvertinta spalvos kokybė. Tyrimo metu pastebėta, kad spalvos intensyvumas visuose žemėlapiuose yra skirtingas ir gana ženkliai skiriasi nuo vidutinio spalvos intensyvumo, todėl rekomenduojama taikyti standarto spalvas. Tokiu būdu būtų supaprastintas atspausdinto žemėlapio suvokimas. Disertacijoje atkreipiamas dėmesys ir į spalvos konvertavimą. Konvertavimo teisingumui nustatyti buvo panaudoti žemėlapių spalvinio tyrimo metu apskaičiuoti gautų spalvų vidurkiai. Pastebėta, kad spalvų konvertavimo paklaidos priklauso nuo kompiuterinės programos, spalvos ir kiek kartu ji konvertuota. Tam, kad to išvengti reikia atlikti kuo mažiau spalvų konvertavimų ir dirbti viename spalvų modelyje. Darbe taip pat atkreiptas dėmesys, kaip spalvas mato spalvinį sutrikimą turintys žmonės (Bautrėnas, 2002).

Visi iki šiol atlikti tyrimai įrodo, kad šioje srityje yra reikalingi, nes kartografiui labai svarbu pasirinkti kuo optimaliausias spalvas, kurios palengvintų žemėlapių skaitomumą ir suvokimą. Kuriant žemėlapius yra svarbu pasirinkti reikiamas spalvas, tam reikia išmanyti spalvų poveikį, harmoningo derinimo principu, taip pat atsižvelgti į psichologinius, tautinius ir istorinius naudotojų aspektus. Peržiūrėjus žemėlapių gausą, pastebima, kad spalvos parenkamos pagal vartotojų poreikius. Būtent dėl to kartografijos srityje yra atliekami tyrimai su spalvomis, kurie daugiausiai remiasi spalvų pasirinkimo optimizavimu arba viso žemėlapijo vizualizacijos derinimu ir modeliavimu.

## 1.2 Tyrimai kartografijoje naudojant akių judesių metodą

Kartografai siekia žemėlapius padaryti kuo patrauklesnius naudotojui, dėl to svarbu atsižvelgti į šiuos kriterijus: efektyvumą, naudingumą, naudotojo pasitenkinimą naudojantis kartografiniu kūrinium. Kriterijams įtakos turi ir spalva, jos intensyvumas, atspalvis, šviesumas, kaip įtakoja informacijos skaitomumą. Svarbu išsiaiškinti kaip šie kriterijai turi būti panaudoti, kad vartotojas kuo geriau suprastų žemėlapi. Tam reikia atlikti vizualinius kartografinių kūrinijų tyrimus, pasitelkiant naujus metodus. Vienas iš jų akių sekimas, kuriuo remiantis galima sukurti žemėlapius, kurie atitiktų vartotojų reikalavimus. Akių judėjimo analizė suteikia vertingos kokybinės ir kiekybinės informacijos apie abu vizualinės paieškos tipus: suvokimą ir pažinimą. (Popelka, Brychtova, Brus, 2016). Šios technologijos dėka galima matyti kaip kartografinius kūrinijus suvokia vartotojai.

Tyrimai susiję su akies judesių technologija jau seniai naudojami psichologijoje ir neurobiologijoje, tačiau kartografijoje šie tyrimai pradėti palyginus neseniai. Šios technologijos neribotos galimybės dar tik atsiveria tolimesniems kartografijos tyrimams. Vienas iš tokių tyrimų, naudojant akies sekimo technologijas atliko A. Brychtova ir A. Coltekin, kurie gautus rezultatus aprašė straipsnyje: „An Empirical User Study for Measuring the Influence of Colour Distance and Font Size in Map Reading Using Eye Tracking“ („Vartotojų empirinis tyrimas matuojant spalvų atstumų ir šrifto dydžių įtaką žemėlapijo suvokimui naudojant akių sekimo technologiją“). Eksperimento metu buvo analizuojama kaip spalvos atstumas, šrifto dydis įtakoja žemėlapijo skaitomumą. Spalvos atstumui nustatyti buvo naudojamas vienas iš *CIE* modelių, kuris turi tris ašis  $L^*a^*b$ , čia  $L^*$  – spalvos šviesumas,  $a^*$  ir  $b^*$  – dvi pasirinktos bazinės spalvos (raudona, geltona, žalia, mėlyna). Šie indikatoriai paskirstyti trimatėje erdvėje sudaro sferą, kur matuojamas spalvos atstumas, kuo didesnis atstumas, tuo spalva šviesesnė. Akies sekimo technologija buvo pritaikyta žemėlapijo veiksmingumui, kur svarbus tikslumas ir produktyvumui, kur svarbus užduoties įvykdymo laikas, tyrimui. Buvo tirtas akies fiksacijos dažnumas, trukmė, greitis. Tyrimui buvo

naudojamas bazinės spalvos ir atspalviai. Penkiasdešimt dalyvių skirtinguose žemėlapiuose turėjo surasti vietovardžius, kurie skyrėsi šrifto dydžiu, spalva ir atspalviu. Atlikus eksperimentą paaiškėjo, kad didėjant spalvos atstumui paieškos laikas trumpėdavo perpus, o pats priimtinausias šrifto dydis yra 11 pt ir jo dėka paieška vyksta efektyviausiai. (Brychtova, Coltekin; 2014).

Kitas tyrimas naudojant skies sekimą atliktas, norint pagerinti žemėlapių dizainą, atliktas K.Oomsa, P. De Maeyera, V. Fackb „Analysing eye movement patterns to improve map design“ („Akių judesių analizė siekiant pagerinti žemėlapių dizainą“). Tyrime buvo keturiolika dalyvių, kiekvienam iš jų atsitiktine tvarka buvo pateikta dvidešimt žemėlapių, buvo pateikiami tik taškiniai objektai ir miestų pavadinimai. Dešinėje buvo matomi penkių pavadinimų sąrašas. Dalyviai turėjo surasti tuos pavadinimus ir kiekvieną kartą suradus paspausti mygtuką. Tiriamieji turėjo atlikti vizualinę paiešką. Po penkiasdešimt sekundžių žemėlapis pasislinkdavo iš dešinės į kairę ir atsirasdavo keli nauji pavadinimai. Akies judėjimo įrašai leido nustatyti, kaip buvo ieškota žemėlapyje ir kurie pavadinimai nebuvo rasti. Eksperimentas parodė, kad dalyviai pradeda ieškoti objekto netoli centro, vėliau vėl žiūrima į sąrašą, kuris skaitomas tam tikrą laiko tarpą. Dar po kurio laiko vartotojai pradeda ieškoti viršutinėje arba apatinėje žemėlapių dalyje. Tik dar po kurio laiko žvilgsnis pasiskirsto po visą žemėlapi. Pasikeitus pavadinimams dalyvis žemėlapi skaito taip pat, kaip pradžioje. Pastebėta, kad dalyviai prisimena tam tikras žemėlapių dalis ir tai panaudoja naujai paieškai t. y. informaciją randa greičiau. (Oomsa, De Maeyera, Fackb; 2010).

Yra keletas tyrimų, naudojant akies sekimo metodą, atliktų su kartografinė animacija. Vienas tokių tyrimų aprašomas straipsnyje Using eye tracking to evaluate the usability of animated maps“ („Akies sekimo technologija naudojama įvertinti animuotų žemėlapių praktiškumą“). Aprašomame tyrime buvo pasirinkti animuoti žemėlapiai, kuriuose vaizduojamas Honkongo eismo srautas. Pagrindiniai tyrimo indikatoriai buvo spalvos atspalvis, dydis ir dažnumas, kiek laiko keisis žemėlapiai. Rezultatai parodė, kad raudona, mėlyna ir geltona spalvos informaciją perteikia efektyviau nei kitos, tai parodė mažėjantis atsakymų laiko intervalas. Įtakos suvokimui turėjo linijos, jų storis ir išraiška, tinkamai parinktos jos yra lygiavertės spalvoms. (WeiHau, Hua, Fang, Zhao ShaoBo, 2014). Norvegijos mokslininkai taip pat atliko tyrimą su kartografinė animacija, kuriame jos galimybes vertino naudojant akių judesius. Tyrimą aprašė straipsnyje: „Evaluating the usability of cartographic animations with eye-movement analysis“ („Kartografinės animacijos galimybių vertinimo tyrimas naudojant akių judesius“). Tyrime buvo 10 dalyvių. Eksperimentą sudarė dvi dalys: viena dalis susidarė iš pusiau statinių animuotų žemėlapių, kuriuose keičiasi temperatūrą ir orą vaizduojantys simboliai, kita iš animuoto miškų žemėlapių. Žemėlapiai buvo pateikiami internetiniame puslapyje, naudojant naršyklės funkcionalumą. Pirmoje eksperimento dalyje buvo trys užduotys: vietos tinkamumo, laiko ir erdvės bei atminties. Eksperimento metu buvo pastebėta, kad visi dalyviai turėjo panašias žiūrėjimo strategijas ir jų elgesys buvo panašus.

Susumavus tyrimus buvo pastebėta, kad pusiau statinė animacija yra geriau suvokiama ir įsisavinama negu tradicinė. Taip pat nustatyta, kad pusiau animaciniame žemėlapyje, kur oro simboliai buvo papildoma informacija, vartotojo dėmesys yra atitraukiamas ir užduotis blogai atliekama. Antroje dalyje naudojant miškų žemėlapi buvo pateiktos penkios užduotys. Dalyviai buvo paprašyti pasirinkti tinkamiausią animaciniame žemėlapyje vaizduojamo veiksmo scenarijų. Po to dalyviai turėjo atsakyti į klausimus. Buvo registruojami akių judesiai, pasirinktas scenarijus ir pateikti atsakymai. Žemėlapio scenarijaus pasirinkimas užtrukdavo ilgiausiai. Dalyviams pakankamai gerai pavyko pasirinkti tinkamiausią scenarijų, daugiau klaidų buvo vykdant kitas užduotis. Akies judesių analizė padėjo geriau suprasti dalyvių elgesį atliekant užduotį. Neteisingus pasirinkimus lėmė didesnis dėmesys papildomiems komponentams, o ne pagrindinei informacijai. Taip nutiko, nes dalyviai pagrindinėje informacijoje tikėjosi rasti teisingus atsakymus (Opach, Nossum; 2016). Kitas panašus tyrimas su animuotais žemėlapiais atliktas T. Opach, I. Gołębiowska, S. I. Fabrikant pavadinimu „How Do People View Multi-Component Animated Maps“ („Kaip žmonės peržiūri daugiakomponenčius animuotus žemėlapius“). Tyrime dalyvavo dvidešimt trys dalyviai jiems buvo pateikti du animuoti žemėlapiai. Viename iš jų pavaizduotas miškų gaisrų progresavimas (žemėlapis yra didžiausias iš visų rodomų), kitame pavaizduotas vėjo greitis ir kryptis. Kartu buvo pateikiamas vienas statinis žemėlapis, kuriame pavaizduota žemėnauda. Dalyviai laisvai peržiūrėjo žemėlapiuose pateiktą informaciją, tuomet peržiūrėjo dar kartą jau turėdami užduotį, po to turėjo atsakyti į pateiktus klausimus, tačiau jau nebežiūrint į žemėlapius. Tyrimas parodė, kad dauguma dalyvių kartą peržiūrėję animacijas, vėliau jas stebėjo ne taip atidžiai. Didžiausias dėmesys buvo nukreiptas į pagrindinį, gaisrų progresavimo žemėlapi. Su šiuo žemėlapiu dalyviai siejo ir vėjo greitį bei kryptį, todėl susidomėjimas juo buvo didesnis nei žemėnaudos. Didžiausias animacinis komponentas traukia dėmesį labiausiai, į jį žiūrima ilgiausiai. Animuoti žemėlapio komponentai sulaukia daugiau dėmesio nei statinis, nors animuotų komponentų informacijos peržiūra užtrunka ilgiau. Kai dalyviai galėjo laisvai žiūrėti į įvairius komponentus, jie stengėsi padalinti savo dėmesį visiems. Kuomet tiriamiesiems buvo pateikta užduotis, jie stengėsi nukreipti dėmesį nuo gaisrų žemėlapio ir žiūrėti į kitus. Į visus klausimus, kurie buvo pateikti vėliau, nei vienas dalyvis neatsakė teisingai. Mažiausiai teisingų atsakymų buvo pas tuos, kurie ilgiausiai studijavo pateiktą informaciją. Tai parodo, kad norint pateikti kartu dinaminius ir statinius žemėlapius reikia juos tinkamai suprojektuoti (Opach, Gołębiowska, Fabrikant, 2013).

Populiarėjant interaktyviems žemėlapiams ir žemėlapių naršyklėms, svarbu išsiaiškinti, kokią bazinį žemėlapi naudoti, kad pateikiama informacija būtų geriausiai ir greičiausiai suvokiama naudotojui. Tokį tyrimą atliko Kinijos mokslininkai: „Eye Tracking to Explore the Potential of Enhanced Imagery Basemaps in Web Mapping“ („Potencialiai padidintų bazinių žemėlapių



naudojimas interneto žemėlapių naršyklėse naudojant akių judesių tyrimą“). Tyrime dalyvavo dvidešimt studentų (10 vyrų, 10 moterų). Eksperimente dalyvavę studentai nedirbo kartografijos srityje, bet turėjo patirties naudojantis interneto žemėlapių technologija. Prieš pradėdant eksperimentą, dalyviai turėjo būti susipažinę su pavaizduota teritorija. Žemėlapyje nebuvo įkarpų ir kitokių papildomų elementų, taip pat jis nebuvo interaktyvus. Dalyviams buvo rodomas vieno Kinijos miesto, esančio netoli Pekino bazinis modifikuotas ir nemodifikuotas žemėlapis. Tyrime dėmesys buvo sutelktas į kelių nustatymą žemėlapyje, jų svarbą navigacijoje ir interneto žemėlapiuose. Modifikuotame vaizde buvo atliktas tekstūros filtravimas, suliejant šalia esančius panašių spalvų pikselius, taip buvo pabrėžtas kontrastas žemėlapyje, pilka spalva ir jos atspalviai sujungti į tam tikrus intervalus ir jų skaičius sumažinamas, taip pat sumažinta pikselių su aukštomis vertėmis amplitudė. Viena grupė tiriamųjų naudojo tik modifikuotą žemėlapių, kita nemodifikuotą. Tyrimas atskleidė, kad modifikuotam vaizde buvo lengviau sekti linijinius objektus negu nemodifikuotame, kuriame buvo daugiau vaizdinių pauzių. Sustiprintas, modifikuotas vaizdas pagerino identifikaciją. Vaizdo patobulinimai pagerino veiksmingumą ir efektyvumą identifikuojant reikiamas teritorijas, nei tada kai jos buvo neišryškintos. Modifikuojant vaizdą galima geriau atkreipti vartotojo dėmesį į reikiamas teritorijas ir mažinti jo dėmesio blaškymą nereikšmingiems objektams. Dėl šios priežasties modifikuotas vaizdas baziniuose interneto žemėlapiuose turėtų būti naudojamas, nes tokiu būdu pagreitinamas objektų radimas žemėlapyje, ypač kelių (Dong, Liao, Roth, Wang; 2016).

Sudarinėjant žemėlapių pagrindinis dėmesys skiriamas jo komponuotei, ji turi būti kuo patogesnė ir suprantamesnė naudotojui. Naudojami interaktyvūs, skaitmeniniai žemėlapis, pasižymi įrankių, vaizdo, informacijos gausa, kuri pateikiama skirtingais formatais. Dėl to svarbu išsiaiškinti, koks išdėstymas, vizualizacija yra patys optimaliausi vartotojui. Straipsnyje „Evaluating the effectiveness of interactive map interface designs: a case study integrating usability metrics with eye-movement analysis“ („Interaktyvių žemėlapių dizaino efektyvumo vertinimas: pavyzdinis tyrimas naudojant akių sekimo technologiją“) aprašomas tyrimas, kuriam naudoti interaktyvūs žemėlapis. Vienas iš naudotų žemėlapių yra NATLAS (National Atlas of the United States), kitas - sukurtas Carto.net aplinkoje ir jame vaizduojamas nusikalstamumo paplitimas Amerikoje. Carto.net žemėlapis yra didesnės raiškos, legenda maža, tik su būtiniaisiais paaiškinimais, informacija perteikta spalvų pagalba, o Natlas žemėlapyje legendai skiriamas didesnis dėmesys, dėl to žemėlapis mažas ir norint gauti daugiau informacijos reikia priartinti, bet tuomet iškraipomas vaizdas ir apsunkinama žemėlapių analizė. Šiame tyrime dalyvavo trisdešimt atsitiktinių žmonių. Užduotys buvo sukurtos taip, kad būtų nustatyta kaip greitai tiriamieji randa atsakymus bei kaip atlieka užduotis, kurioms reikalinga legenda. Eksperimentas parodė, kad Carto.net aplinkoje atsakymai buvo randami greičiau ir informacija pateikiama aiškiau. Tyrimas

parodo, kad remiantis akių sekimo technologija galima gerinti žemėlapių dizainą taip, kad jis būtų kuo geriau suvokiamas naudotojui (Coltekin, Heil, Garlandini, Fabrikant, 2009).

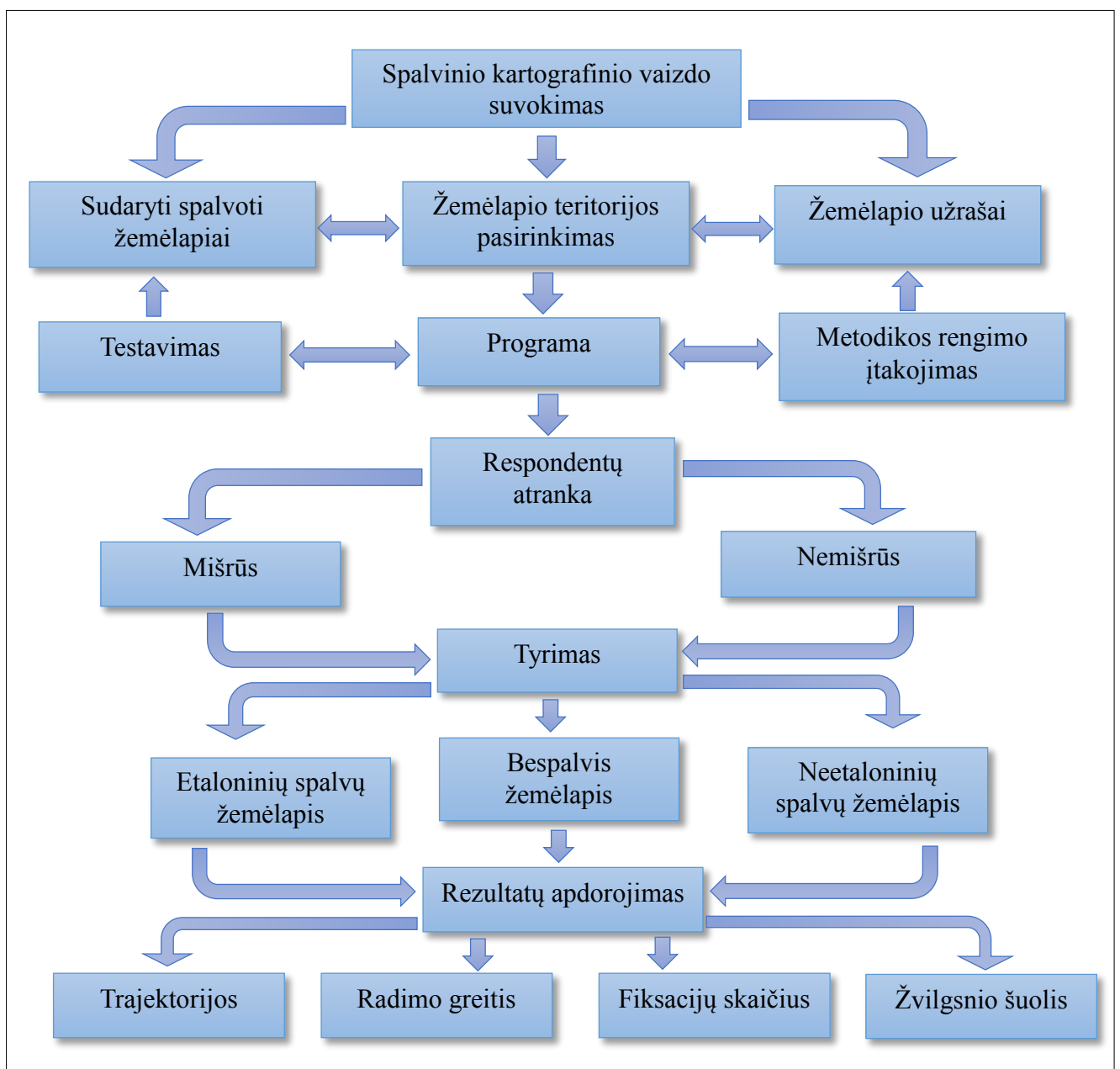
Buvo atliktas dar vienas svarbus tyrimas ir aprašytas straipsnyje *Exploring the efficiency of users visual analytics strategies based on sequence analysis of eye movement recordings* („Vartotojų suvokimo efektyvumo strategijos tyrimas paremtas akių judesių įrašais“). Tyrimu buvo siekiama išsiaiškinti, kaip naudojamos žemėlapių ir kokia seka vartotojai atlieka veiksmus. Buvo sukurtos dvi hipotetinės užduočių atlikimo sekos. Pirmoje buvo susipažindinama su duoto žemėlapiu bendru vaizdu, jo tema. Tuomet pasirenkama naudinga ir reikalinga informacija, kuri yra legendoje. Žemėlapyje identifikuojama vieta, kurioje pateikiamas atsakymas, o po to surandamas tikslus atsakymas. Antroje sekoje tvarka buvo sumaišyta. Pirmiausiai susipažindinama su duoto žemėlapiu bendru vaizdu, jo tema, tuomet Žemėlapyje identifikuojama vieta, kurioje pateikiamas atsakymas. Tada pasirenkama informacija iš legendos ir galiausiai surandamas tikslus atsakymas. Buvo tiriama trisdešimt žmonių, iš kurių septyniolika buvo kartografijos srities specialistai. Tyrimui buvo naudojamos Carto.net ir Natlas aplinkos. Rezultatai parodė, kad mažiau nei pusė dalyvių laikėsi nustatytos hipotetinės tvarkos, tačiau jų dauguma buvo specialistai. Ne specialistai atsakymų ieškodavo ilgiau, maišydami pasirinkimo tvarką pasimesdavo ir nerasdavo atsakymų, taip pat sunkiau orientuodavosi kartografinėje aplinkoje. (Coltekin, Fabrikant, Lacayo, 2010).

Nors daug vertingų straipsnių šia tema yra išleista užsienyje. Deja, Lietuvoje šia tema yra parašytas tik vienas darbas, Vilniaus universiteto Kartografijos centro studentės K. Šeškauskaitės baigiamasis magistrinis darbas pavadinimu: „Žemėlapių kartografinio vaizdo suvokimo ypatumų tyrimas“. Juo buvo tiriama, kokią įtaką žemėlapių suvokimui turi spalvos. Tyrime dalyvavo 30 žmonių, pusė jų buvo geografiniai - kartografai, kita pusė neturėjo kartografinio - geografinio išsilavinimo. Kiekvienai grupei buvo rodoma po du įvairiomis spalvomis nuspalvintus Europos žemėlapius ir prašoma surasti tam tikrą valstybę pagal jai sukurtą unikalų kodą. Atlikus tyrimą paaiškėjo, kad kuo spalvų kontrastai didesni, tuo greitesnis skaitomumas. Tamsių spalvų žemėlapyje buvo daugiau teisingų atsakymų, taip pat informacijos suvokimas ir skaitomumas vyko sklandžiausiai. Tačiau atliktas tyrimas yra per trumpas, gautos informacijos per mažai, kad būtų galima teikti siūlymus žemėlapių optimizavimui. (Šeškauskaitė, 2015).

Visi apžvelgti tyrimai įrodo, kad tyrimai naudojant akies sekimo technologiją yra reikalingi. Jie padėtų optimizuoti žemėlapių sudarymą, spalvų, komponuotės parinkimą ir tokiu būdu žemėlapis naudotojų būtų greičiau skaitomas ir lengviau suvokiamas. Apžvelgti tyrimai parodo, kad nors spalva yra pagrindinė kartografinio dizaino priemonė, su tuo susijusių tyrimų atlikta nedaug. Tai parodo, kad tyrimai turi būti ir toliau nuolat vykdomi, kad nebūtų atotrūkio tarp vartotojo ir kartografo.

## 2. DARBO METODOLOGIJA

Pasiruošimas tyrimui parsidėjo nuo susipažinimo su anksčiau darytais tyrimais, kurių metu nebuvo kuriami unikalūs žemėlapiai, o buvo naudojami jau sukurti. Beveik visuose tyrimuose suvokimas analizuojamas per radimo greitį, kaip greitai tiriamieji atlieka užduotis t. y. suranda atsakymus žemėlapiuose, kiek laiko prireikia paieškai, ar surasti atsakymai yra teisingi. Buvo atlikta tik keletas tyrimų, kuriuose pagrindinis stimulus buvo spalva. Vienas iš jų buvo K. Šeškauskaitės atliktas tyrimas, kuriame pagrindiniai indikatoriai buvo spalvos ir užrašai. Šis darbas buvo pagrindas kuriamai metodikai ir žemėlapiams. Kartu tai buvusio tyrimo tęsinys, kurio metodikos schema pavaizduota 2 paveiksle.

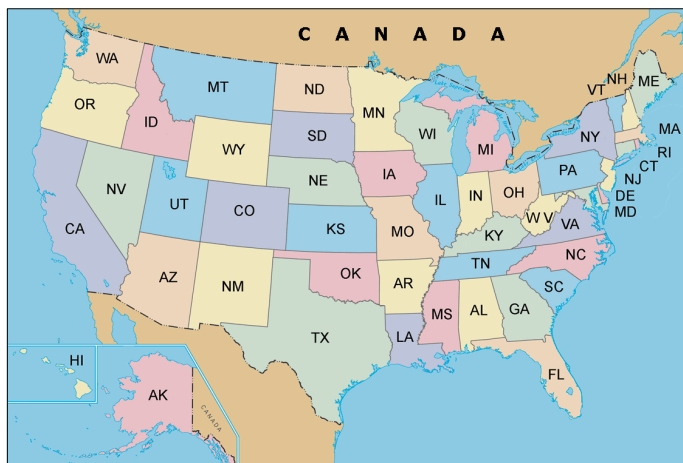


2 pav. Metodikos kūrimo schema

Tyrimo metu naudojamoms kartoschemoms parinktos etaloninės spalvos, dažniausiai sutinkamos kartografiniuose kūriniuose ir neetaloninės – sutinkamos netradicinio dizaino žemėlapiuose. Taip pat naudojamas ir bazinė bespalvė kartoschema, kuria norima įsitikinti kokią įtaką tiriamajam daro spalvos. Tyrimui naudojamos kartoschemos, kurias galima laikyti žemėlapio kūrimo pradžia, tačiau šiame darbe jos supaprastintai bus vadinamos žemėlapiais, nors juose ir nepateikiama visa jiems reikiama informacija. Toks sprendimas priimtas dėl paprastumo ir dėl to, kad būtų išvengta sąvokų maišymo tiriamųjų tarpe.

## 2.1 Žemėlapio teritorijos pasirinkimas ir užrašai

Žemėlapio pagrindu buvo parinktas Jungtinių Amerikos Valstijų žemėlapis M 1: 50000000 (žr. 4 pav.). Ši teritorija pasirinkta, tam kad būtų patikrinta ar naudotojas taip pat greitai orientuojasi nepažįstamoje aplinkoje kaip ir Europoje, kurios teritorija buvo pasirinkta Šeškauskaitės tyrimo metu. Buvo svarstyta pasirinkti Afrikos žemyną, bet šis pasirinkimas atmestas, nes teritorijos konfigūracija skiriasi nuo Europos, taip pat Afrikoje yra daugiau valstybių, didesnis žemyno plotas, o to pasėkoje didesni šalių plotai. Dėl šių priežasčių gautus rezultatus būtų sunku palyginti. Būtent dėl to pasirinkta teritorija - JAV, kurių užimamas plotas panašus į Europos, taip pat valstijų skaičius mažai skiriasi nuo Europoje esančių šalių skaičiaus. Pasirinktas žemėlapis buvo redaguotas ir pritaikytas tyrimui.



4 pav. Tyrimui pasirinktas JAV valstijų žemėlapis

Pasirinkus teritoriją, buvo sprendžiama, kaip žemėlapiuose bus pateikti užrašai ir kokios užduotys bus pateikiamos tiriamiesiems. Tyrimui buvo pasirinktas toks pats užduočių principas kaip Šeškauskaitės atliktame tyrimo t. y. buvo rodomas dviženklis valstijos kodas ir prašoma jį surasti žemėlapyje. Valstijų kodai nebuvo modifikuoti, kaip tai buvo daroma ankstesniame tyrimo.

Šio tyrimo metu buvo rodomi originalūs valstijų kodai. (žr. 1 lentelės fragmentas ir 4 priedas). Toks sprendimas priimtas todėl, kad ne visos valstijos yra žinomos tiriamiesiems, daugelis žinovo kelias. Panašiai būna naudotojams analizuojant, bet kokį žemėlapi, vienos ar kitos teritorijos yra geriau žinomos už kitas, tai priklauso nuo žmogaus mąstymo, vietos pažinimo ir kitų veiksnių. Būtent dėl to, kad vienos valstijos yra žinomos geriau, kitos prasčiau bus gautas neiškraipytas reakcijos laikas, nes visų tiriamųjų žinomos valstijos skirsis.








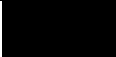
**1 lentelė** Tyrime bus naudojami šie valstybių kodai (lentelės fragmentas, pilna lentelė 4 priede)

Nr.	Kodas	Valstijos pavadinimas
1.	AK	Aliaska
2.	WV	Vakarų Virdžinija
3.	OK	Oklahoma
4.	IA	Ajova
5.	NV	Nevada
6.	OR	Oregonas
7.	CT	Konektikutas
8.	MT	Montana
9.	NC	Šiaurės Karolina
10.	LA	Luiziana

## 2.2 Spalvų parinkimas žemėlapiams

Spalvos žemėlapyje yra vienas svarbiausių dizaino elementų, kuris padeda palengvinti suvokimą. Žemėlapiuose buvo naudotos etaloninės ir neetaloninės spalvos, kurios buvo parinktos neatsitiktinai. Buvo apklausta 40 geografijos krypties studentų ir paprašyta, kad jie pasirinktų etaloninę spalvą, dažniausiai pastebimą žemėlapiuose ir neetaloninę, kuri jų nuomone sutinkama retai arba visai nesutinkama, ir spalvas užrašytų RGB kodu. Tokiu būdu gautos spalvos skyrėsi savo sodrumu ir šviesumu, be to spalvų parinkimas yra kiekvieno respondento subjektyvi nuomonė, kurią nulemia jo spalvų suvokimas bei žemėlapių naudojimo patirtis. Visos gautos spalvos buvo sugrupuotos pagal jų atspalvį, intensyvumą ar sodrumą į vieną grupę (pvz. raudonos spalvos grupė). Iš gautų spalvų grupių, kurios turėjo daugiausiai narių t. y. buvo dažniausiai pasirinktos apklaustųjų, buvo išskaičiuoti spalvos vidurkiai. Tokiu būdu gauta, kokios vidutiniškai yra etaloninės ar neetaloninės spalvos. Buvo atrinktos, keturios spalvos tiek iš etaloninių, tiek iš neetaloninių, kurias respondantai rinkosi dažniausiai. Šių spalvų vidurkinėmis reikšmėmis, pagal RGB kodą, buvo spalvinami žemėlapiai (žr. 2 lentelė).

## 2 lentelė Tyrimui naudotų spalvų RGB kodų lentelė

Nr.	Etalniniam žemėlapiui naudojamų spalvų kodai	Spalva	Etalniniam žemėlapiui naudojamų spalvų kodai	Spalva
1.	R032 G057 B184		R240 G051 B214	
2.	R237 G045 B044		R160 G172 B175	
3.	R008 G241 B050		R241 G160 B240	
4.	R181 G022 B182		R000 G000 B000	

Taip pat iš kiekvienos spalvos grupės vidurkinės reikšmės buvo apskaičiuotas spalvos koordinatė intensyvumas, tai buvo atlikta tam, kad sugrupuotų spalvų vidurkiai būtų palyginti su tiriamųjų regėjimo aštrumu. Spalvos koordinatė intensyvumas suvokiamas kaip spalvos stiprumas t. y. ar atkuriamą spalva yra ryškesnė ar blankesnė nei suvokiama etaloninė. Spalvos koordinatė intensyvumas apskaičiuojamas pagal formulę (Bautrėnas, 2002):

$$S_o = rR + gG + bB;$$

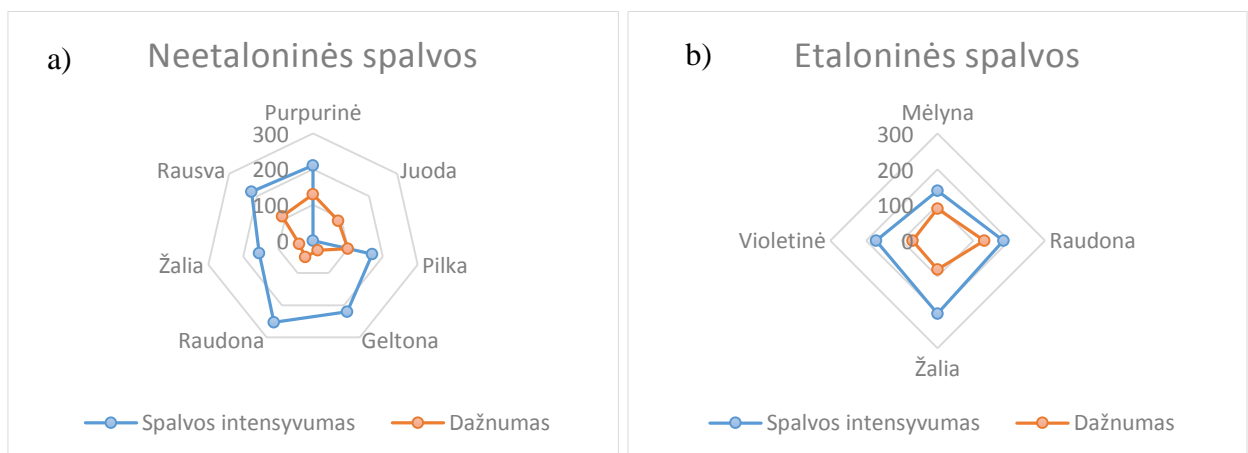
čia  $S_o$  – spalvos koordinatė intensyvumas;  $R, G, B$  – spalvos koordinatės;  $r, g, b$  – spalvos intensyvumo koordinatės.

Spalvos intensyvumo koordinatės skaičiuojamos pagal formules:

$$r = \frac{R}{R+G+B}; g = \frac{G}{R+G+B}; b = \frac{B}{R+G+B};$$

čia  $R$  – raudonos spalvos koordinatė;  $G$  – žalios spalvos koordinatė;  $B$  – mėlynos spalvos koordinatė

Apskaičiavus spalvų grupių intensyvumą gauti rezultatai pavaizduoti 5 pav., kartu pavaizduotas ir spalvos pasirinkimo dažnumas.



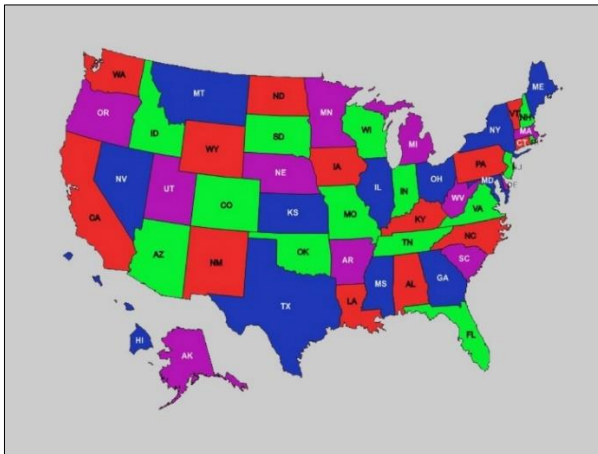
**5 pav.** Spalvų pasirinkimo dažnumas ir intensyvumas **a)** nemėgstamų spalvų **b)** mėgstamų spalvų

Iš paveikslų matoma, kad tų spalvų, kurių intensyvumas didelis pasirinkta mažai, o tų kurių intensyvumas mažesnis pasirinkta daugiau. Galima daryti išvadą, kad apklaustieji daugiau linkę rinktis mažesnio intensyvumo spalvas. Taip pat galima įžvelgti, kad renkantis neetaloninę spalvą jos intensyvumas yra didesnis nei etaloninės. Iš paveikslų matoma, į kokias grupes buvo suskirstytos spalvos. Etaloninių spalvų yra keturios grupės, nes būtent šios spalvos ir jų atspalviai labai aiškiai išsiskyrė, todėl jas sugrupuoti sekėsi lengviau. Su neetaloninėmis spalvomis buvo sunkiau, nes apklaustųjų nuomonės išsiskyrė. Spalvos buvo sugrupuotos į septynias grupes, tačiau žemėlapis buvo nuspalvintas tik keturiomis dažniausiai pasirinktomis spalvomis.

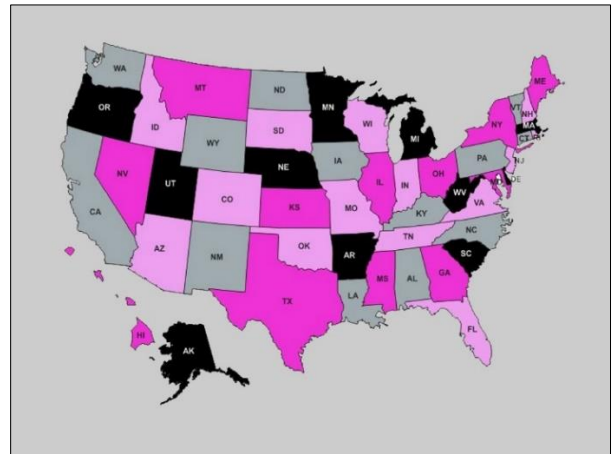
Buvo sukurti du spalvoti JAV valstijų žemėlapiai, panaudoti modifikuojant pasirinktą žemėlapi (žr. 4 pav.), vienam panaudotos neetaloninės spalvos, kitam etaloninės. Žemėlapiuose jokios papildomos informacijos ar užrašų nėra, taip nuspręsta daryti, dėl to kad būsiami tyrimo dalyviai būtų labiau susikoncentravę į spalvas ir jos būtų pagrindinis dirgiklis. Tokiu būdu galima tiksliau įvertinti spalvų įtaką žemėlapio objektų radimui ir suvokimui. Žemėlapiuose „ant“ valstijų užrašyti tik jų kodai. Norint geriau suvokti, kokią įtaką naudotojui daro spalva, tyrimo metu kartu su spalvotais žemėlapiais bus rodomas ir bazini - bespalvis, kuris turės tokį patį informacijos kiekį: valstijų kodus. (žr. 6,7,8 pav. ir 1,2 priedai).

Šiuo tyrimu svarbu išsiaiškinti, kaip tam tikros spalvos įtakoja tiriamųjų reakcijos laiką, fiksacijų skaičių, kaip spalvos lemia žvilgsnio šuolius, kur dažniausiai žiūrima, kokio ilgio žvilgsnio trajektorijos yra kiekviename žemėlapyje ir kaip visi šie veiksniai įtakoja atsakymų radimą.

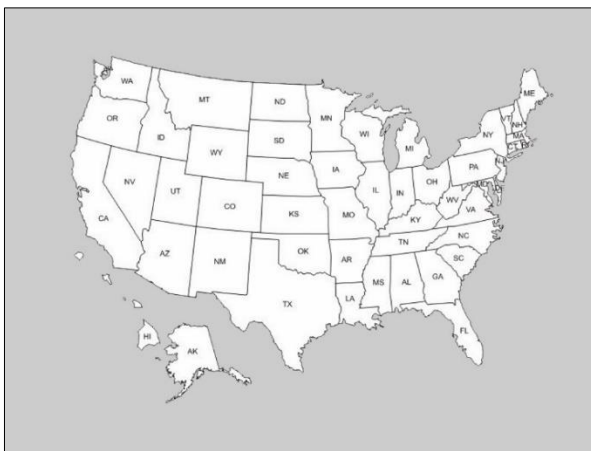
Pasirengus žemėlapius tyrimui, jie buvo koreguoti atsižvelgiant į neurobiologo pastabas. Pagal rekomendacijas žemėlapiai ir užduotys yra pateikti pilkame fone, kurių RGB kodas yra 204, 204, 204 (žr. 9 pav.), kad tiriamųjų akys būtų apsuptos su tokia pačia aplinka ir tai dalyviams nesukeltų pasimetimo. Užduotis buvo labai supaprastinta, kad jos skaitymas neužimtų daug tyrimui skirto laiko ir neblaškėtų tiriamąjį. Žemėlapių ir užduočių didis 1024x786, toks dydis reikalingas, kad būtų uždengtas visas ekranas ir naudotojo dėmesys būtų sutelktas į rodomą žemėlapi ar užduotį. Žemėlapių formatai Tiff, nes saugant šiuo formatu mažėja vaizdo ir spalvų iškraipymai ir žemėlapis lieka nepakitęs. Žemėlapio galutiniai variantai bus pateikiami skaitmeniniame formate ir prieduose.



**6 pav.** Etaloninėmis spalvomis nuspalvintas žemėlapis



**7 pav.** Neetaloninėmis spalvomis nuspalvintas žemėlapis



**8 pav.** Bespalvis žemėlapis



**9 pav.** Užduoties pavyzdys

### 2.3 Akies judesių fiksavimo įranga kartografiniuose tyrimuose

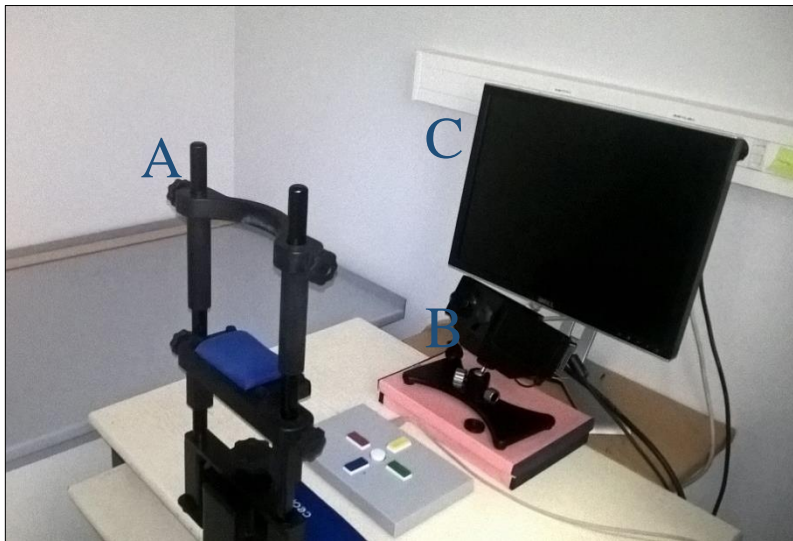
Akies judesių fiksavimo technologijos principas yra akies sekimas, kol vyksta matomosios aplinkos suvokimas, tuo metu įrenginys fiksuoja akies judesius ir jų trukmę. Kai žmogus ieško informacijos yra išskiriami du žingsniai, kurie atliekami nuo klausimo pamatymo iki atsakymo radimo. Pirmasis žingsnis – pažinimo, vietos su ieškoma informacija pastebėjimas. Antras žingsnis yra suvokimo, kai pamatoma ir interpretuojama simboliais ar spalvomis užkoduota informacija. Būtent akies sekimo technologija sujungia šiuos abu žingsnius ir iš jų gaunama kokybiniai ir kiekybiniai duomenys. Kokybinė informacija atspindi kaip naudotojas suvokia dirgiklius, parodo atsakymų ieškojimo strategijas, kaip surandami atsakymai. Kiekybinė informacija apibūdina laiką, per kurį vartotojas suvokia informaciją, atsakymų radimo greitį, kaip greitai identifikuojami dirgikliai (Popelka, Brychtova, Brus, 2016).

Akių sekimo technologija, kartografijoje nėra plačiai taikoma, o Lietuvoje tai bus tik antras tyrimas šioje srityje. Dažniausiai akių judesių fiksavimo įranga yra naudojama neurobiologų, kurie



tiria akių judesius, reakciją, naudodami įvairaus pobūdžio vaizdus. Spalvinio kartografinio vaizdo suvokimo analizei bus naudojamas „EyeLink 1000 Desktop Mount“ įrenginys (žr. 3 pav.).

Pasitelkus šį įrenginį vykdomas tyrimas ir fiksuojami rezultatai. „EyeLink 1000 Desktop Mount“ įrenginys yra vienas dažniausiai taikomų atliekant tyrimus susijusius su akies sekimu. Šio prietaiso veikimo principas yra gana paprastas. Dalyviui atsisėdus ant kėdės priešais ekraną, smakras ir kaktą priglaudžiama prie atramos (žr. 3 pav. A), kuri reikalinga tam, kad galva laikytųsi tiesiai ir būtų galima nustatyti žvilgsnį. 3 pav. B – infraraudonųjų spindulių kamera, kurios spinduliai sugauna žvilgsnį, nedirgindami akies, kita kamera reikalinga akies centro nustatymui. Ši įranga patogi tuo, kad šalia dalyvių nėra jokių prietaisų. Tiriamasis žiūri į ekraną (žr. 3 pav. C), kuriame rodomi stimulai (vaizdai, žemėlapiai). Eksperimento metu sekama tiek viena akis, kuri nėra skirtumo, nebent dalyvis turi akies patologiją, tai būtina sužinoti prieš tyrimą. Dalyvis nešiojantis lęšius taip pat gali atlikti tyrimą, žvilgsnis nustatomas be trikdžių. Sudėtingiau kai tiriamasis nešioja akinius, nes dėl atspindžių, kuriuos sukelia akiniai gali būti sunkiau sukalibruoti aparatą ir nustatyti akies centrą. Tačiau problemų tai sukelia ne visada. Tolimesniam darbui su „EyeLink 1000 Desktop Mount“ įrenginiu SR Research Experimental Builder programavimo aplinkoje reikia susikurti programą, pagal kurią vyks tyrimas.

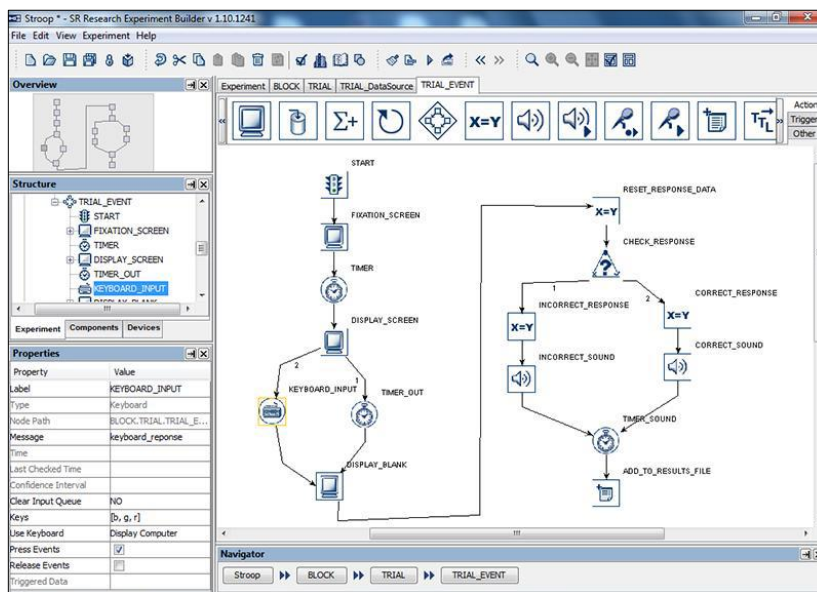


**3 pav.** „EyeLink 1000 Desktop Mount“ įrenginys. **A** - atrama, **B** - infraraudonųjų spindulių kamera, **C** - ekranas.

## 2.4 Tyrimo programa ir respondentai

Pasirengus visą medžiagą tyrimui: žemėlapius ir užduotis, „SR Research Experimental Builder“ aplinkoje sukuriama programa (žr. 10 pav), kurios dėka išlaikoma tyrimo eiga ir garantuojamas rezultatų vienareikšmiškumas. Programavimas šioje aplinkoje nėra sudėtingas,

tačiau reikalauja programavimo įgūdžių. Atrinkus reikiamą medžiagą, kuri priklauso nuo to, ką norima iširti ir kokius duomenis norima gauti, ji sudedama eilės tvarka. Taip pat sudedamos visos užduotys ir naudojami žemėlapiai. Kadangi bus tiriamas žemėlapių suvokimas, užduotys rodomos prieš žemėlapi, kuris yra tikrasis dirgiklis. Tarp užduočių reikia įdėti laiko limitą, tam kad užduotys neprasitęstų per ilgai, tačiau tiriamasis turėtų pakankamai laiko rasti atsakymą. Programos dėka, ne tik vyksta eksperimentas, bet jo metu fiksuojami ir įrašomi duomenys. Susikūrus programą ir suderinus „Eyelink 1000 Desktop Mount“ įrenginį galima pradėti spalvinio kartografinio vaizdo suvokimo tyrimą.

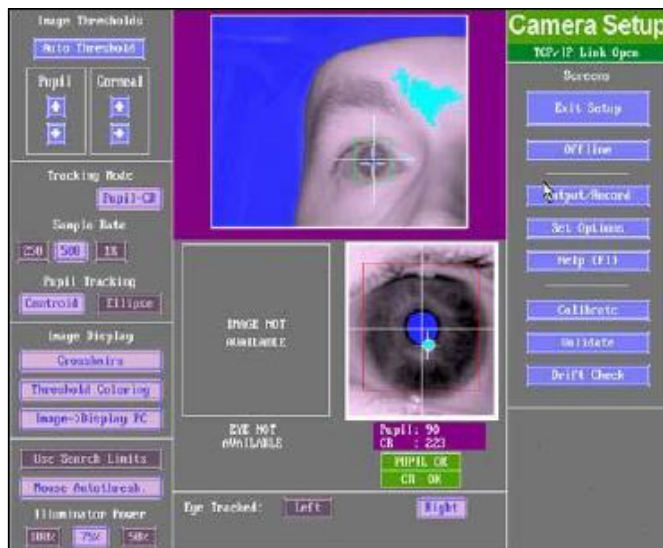


**10 pav.** „SR Research Experimental Builder“ programavimo aplinka.

Pasirengus žemėlapius ir užduotis, susikūrus programą, kitas svarbus žingsnis yra pasirinkti tinkamą tiriamųjų skaičių. Atliekant tokio tipo tyrimus, dažnai respondentų imtis nėra didelė. Dažniausiai dalyvavusių tyrime žmonių skaičius svyruoja nuo 20 iki 40, tokio kiekio užtenka norint gauti rezultatus ir nustatyti dėsningumus. Tyrimo metu gaunami individualūs, kartais sunkiai interpretuojami duomenys, todėl didesnė tiriamųjų imtis pasunkintų rezultatų apdorojimą ir interpretavimą. Tyrime dalyvavusiųjų skaičius taip pat priklauso nuo tyrimo laiko, kuo ilgiau trunka tyrimas, tuo mažiau dalyvių reikia, tokiu būdu optimizuojamas gautas duomenų kiekis. Spalvinio kartografinio vaizdo suvokimo tyrime dalyvavo 40 tiriamųjų. Kadangi tyrimo metu norėta pastebėti, kokie žemėlapių spalvų suvokimo, reakcijos laiko, žvilgsnio šuolio, trajektorijų ilgio skirtumai yra tarp kartografo – geografų, kiekvieną dieną susiduriančių su žemėlapiais, ir tarp pavienių asmenų, kurie su žemėlapiais susiduria retai. Būtent tam, kad išaiškėtų galimi skirtumai buvo sukurtos dvi tiriamųjų grupės, 20 dalyvių turėjo kartografinį – geografinį išsilavinimą, o likę 20 buvo kitų sričių specialistai. Visiems 40 tiriamųjų buvo pateiktos tokios pat užduotys ir

žemėlapių variantai, tokiu būdu galima tiksliau nustatyti kokią įtaką turi spalva ir kaip jos suvokimas skiriasi tarp tyrime dalyvavusių grupių.

Prieš tyrimą, kiekvienam dalyviui buvo vedamas trumpas instruktažas. Paaškinama, kad iš pradžių bus nustatomas akies centras, todėl reikia pažiūrėti į ekrano viršų, apačią, kairę, dešinę. Jeigu viskas gerai ir nustatomas tikslus akies centras, aparato valdymo ekrane matomi du beveik sutampantys kryželiai (11 pav.). Jei kažkuriuo metu kryželiai dingsta, visa tai kartojama iš naujo, nustatant akies padėtį. Kai kryželiai lieka nepakitę, galima pradėti aparato kalibraciją – matavimo prietaiso rodmenų patikrinimą. Kalibracijos metu tiriamasis paprašomas sekti juodą tašką ekrane ir žiūrėti į jį tol, kol jis pradingsta. Taškas vis keičia savo padėtį, todėl tiriamojo prašoma nesistengti atspėti, kur jis atsiras. Kalibracijos metu gaunami rezultatai parodo ar akis tinkamai nustatyta ir įrašinėjami duomenys bus kiek galima tikslesni. Kaip atrodo kalibracija pateikiama 12 paveiksle.



**11 pav.** Akies sekimo įrenginio valdymo ekrane matoma tiriamojo akis



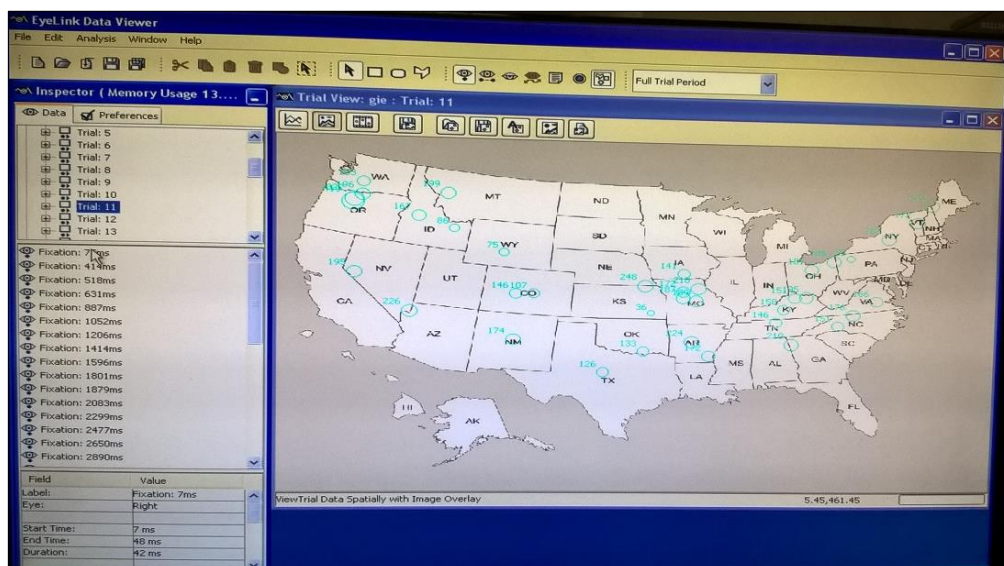
**12 pav.** Kalibracijos rezultatai: kairėje gera kalibracija, dešinėje prasta

Sėkmingai atlikus kalibravimą, tiriamasis supažindinamas su tyrimo eiga ir tai, ką jis turės daryti. Dalyviui paaškinama, kad pasirodys klausimas - kodas, kuris rodomas 1,5 s, tuomet atsiras žemėlapis, kuriame žvilgsniu reiks surasti kodą ir paspausti mygtuką. Ieškoti tiriamasis gali tol, kol ras atsakymą. Paspaudus mygtuką pereinama prie kito klausimo, taip pat užfiksuojamas

tiriamąją reakcijos laiką, kuris buvo sugaištas ieškant atsakymo. Po kiekvieno klausimo ekrane atsiranda juodas taškas, į kurį tiriamasis turi žiūrėti, tai tarsi atskaitos taškas prieš kitą klausimą. Visa tai kartojasi tol, kol pasibaigia tyrimas. Iš viso tiriamajam atsitiktine tvarka pateikiami 36 klausimai, iš kurių po 12 tenka kiekvienam žemėlapių variantui. Tyrimo trukmė priklauso nuo kiekvieno dalyvio sugaišto laiko ieškant atsakymo bei nuo kalibravimo trukmės, kuri kiekvienam dalyviui yra skirtinga. Tyrimas trunka maždaug apie 20 min.

## 2.5 Duomenų kaupimas ir analizė

Tyrimo metu akies judesių fiksavimo įranga surinkti duomenys yra kaupiami ir įrašomi „EyeLink Data Viewer“ programoje (žr. 13 pav.). Šios programos dėka matomi visi 36 žemėlapiai t. y. tiek kiek buvo pateikta klausimų. Kiekviename žemėlapyje matomos akies fiksacijų vieta bei laikas, pagal tai galima matyti, kuriose vietose atskiro klausimo metu, tiriamasis daugiausiai žiūrėjo. Paskutinė fiksacija rodo atsakymą t. y. tą patį kodą, kuris buvo pateiktas klausime, jeigu tiriamasis atsakė teisingai, jeigu ne matoma kiek buvo apsirikta. Programos pagalba taip pat galima matyti žvilgsnių šuolių ilgį ir kryptį. Sudėjus visas fiksacijas pasirinktinai bespalviame, etaloniniame ir neetaloniniame žemėlapyje sukuriama *heatmap*'ai (dėmesio zonų žemėlapiai), kurie vizualiai geriausiai atspindi tas teritorijas, į kurias buvo žiūrima dažniausiai ir ilgiausiai. Tokiu būdu pasidaryta kiekvieno tiriamąją trijų skirtingų žemėlapių *heatmap*'ai. Visi jie pateikiami skaitmeniniame formate.



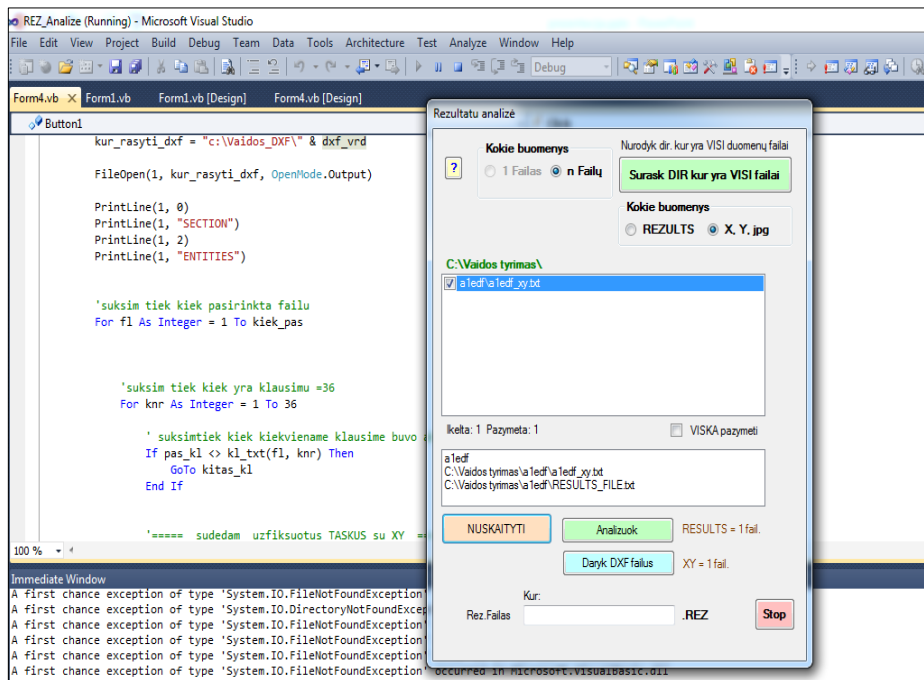
13 pav. „EyeLink Data Viewer“ programos aplinka

Minėta programa yra specifinė, skirta darbui būtent su tokios rūšies duomenimis, yra įdiegta tik laboratorijos kompiuteryje. Tam, kad duomenis būtų galima apdoroti paprasčiau ir nereiktų

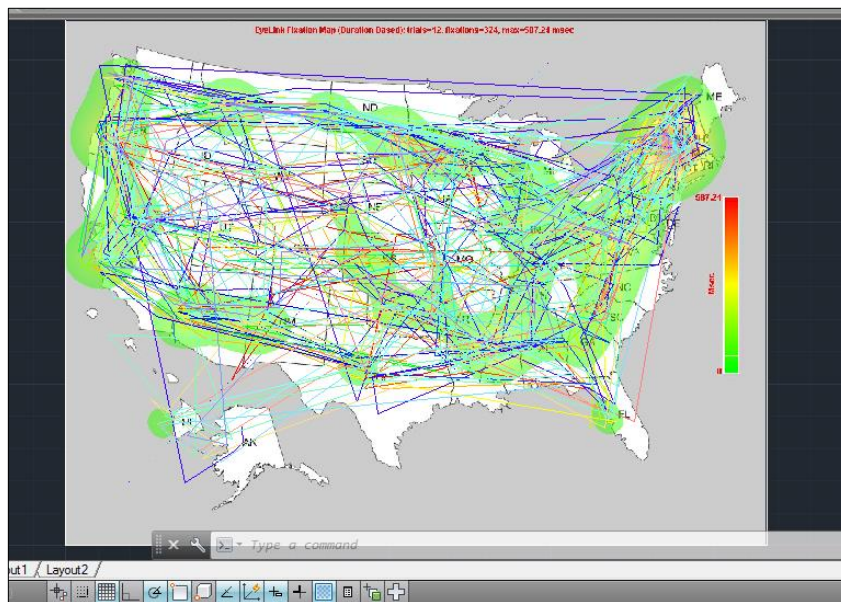
visą laiką dirbti laboratorijoje, duomenis programa lengvai leidžia eksportuoti į „Excel“ lenteles. Tokiu būdu galima pasirinkti įvairius parametrus, kurie geriausiai ir tinkamiausiai įrodytų tyrimo hipotezę. Gaunamas atskiras kiekvieno tiriamojo „Excel“ failas, kuriame priklausomai nuo dalyvio fiksacijų skaičiaus yra nuo 1000 iki 2500 eilučių su duomenimis. Kiekvieno tiriamojo failą reikėjo apdoroti atskirai, išvedant atskirų žemėlapių reakcijos laiko, žvilgsnio šuolio vidurkius ir skaičiuojant fiksacijų skaičių. Visų tiriamųjų gauti duomenys bus pateikiami skaitmeniniame formate, fragmentai pateikiami 4 ir 5 prieduose.

Atlikus tyrimą dalyviams buvo duodama užpildyti anketa, kurioje prašoma parašyti vardą, lytį, amžių, dioptrijas, atsiliepimą. Šie duomenys padės identifikuoti tiriamąjį taip pat leis į gautus duomenis pažvelgti iš įvairių pusių. Tyrimo metu labai svarbu žinoti dalyvio regėjimą ir tai ar tyrime dalyvauja su korekcija ar be jos, nes tai gali įtakoti reakcijos laiką, teisingus atsakymus. Taip pat buvo prašoma parašyti atsiliepimą, kuriame dalyvis turėjo pateikti savo subjektyvią nuomonę, kuriame žemėlapyje ieškoti jam sekėsi sunkiau kuriame lengviau ir ar spalvos jų nuomone turėjo kokią nors įtaką atsakymų radimui.

Susirinkus reikiamus duomenis, dalis jų, kaip jau minėta buvo apdorojami „EyeLink Data Viewer“ ir „Excel“ programomis. Kitai daliai apdoroti reikėjo susikurti programą „Visual Basic“ aplinkoje (žr. 14 pav.). Susikurtos programos pavadinimas – „Rez\_Analize“, kurią sukūrė autorė su doc. A. Baurėno pagalba. Dėka programos iš turimų fiksacijų koordinatų sukuriamas DXF failas su išbraižytomis tiriamojo žvilgsnių trajektorijomis. Sukurtą failą įsikėlus į „AutoCAD“ programą matomos išbraižytos žvilgsnių trajektorijos (15 pav.). „Rez\_Analize“ programos dėka sukūrus trajektorijas išvedamas atskiras TXT failas, kuriame surašyti jų ilgiai. Gautus vieno tiriamojo tam tikrų klausimų trajektorijų ilgius galima palyginti su kitais tiriamaisiais, taip nustatant kiek tam įtakos turėjo spalvos. Taip pat pagal trajektorijos pabaigą, galima nustatyti ar tiriamasis atsakė teisingai ar ne t. y. ar pateiktas klausimas sutampa su trajektorijos pabaiga.



14 pav. Sukurta „Rez\_Analize“ programa



15 pav. Tiriamojo žvilgsnio trajektorijos „AutoCAD“ programoje

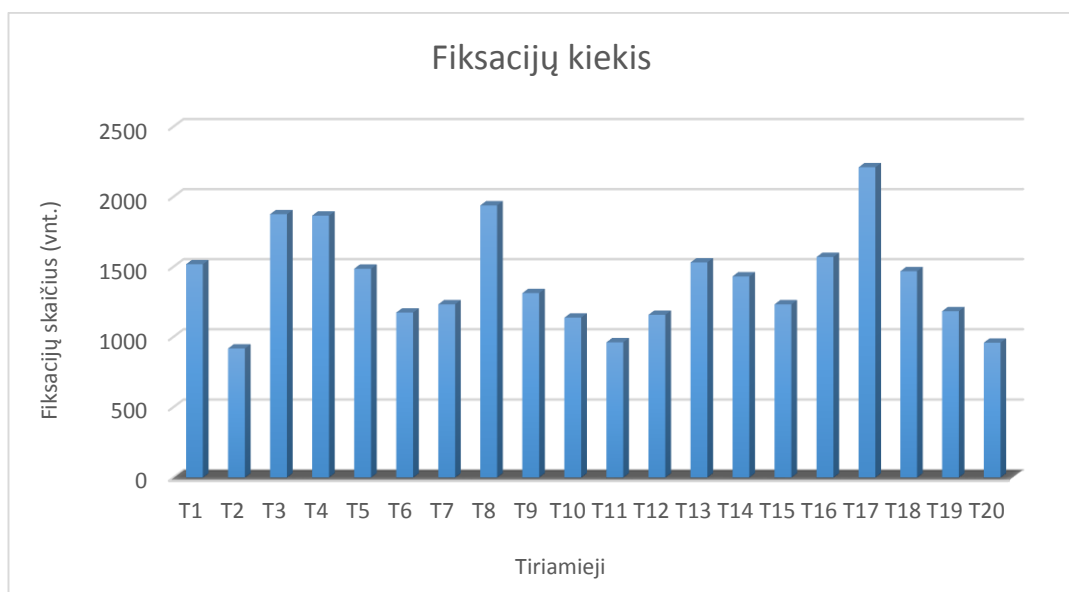


kuriame žemėlapyje atsakymas rastas greičiau. Kartografinį išsilavinimą turintys tiriamieji pažymėti K1, K2, K3 ir t.t., o kartografinio išsilavinimo neturintys T1, T2, T3 ir t.t.

Išanalizavus kiekvienos grupės dalyvių fiksacijų skaičių visuose žemėlapiuose (žr.17 ir 18 pav.) matoma, kad dalyviai turintys kartografinį išsilavinimą, į žemėlapi žiūri trumpiau. Tai patvirtina teiginį, kad šį išsilavinimą turintys greičiau orientuojasi kartografiniuose kūriniuose. Iš pateiktų paveikslų pastebima, kad didžioji dalis kartografinių fiksacijų suma svyruoja nuo 600 iki 1400. Tuo tarpu neturinčių kartografinio išsilavinimo tiriamųjų, fiksacijų suma svyruoja nuo 1000 iki 1500. Fiksacijų sumos svyravimui taip pat įtakos turi teritorijos žinomumas. Galima teigti, kad kartografinį išsilavinimą turintiems tiriamiesiems teritorija buvo geriau žinoma, nei tiriamiesiems neturintiems šio išsilavinimo.



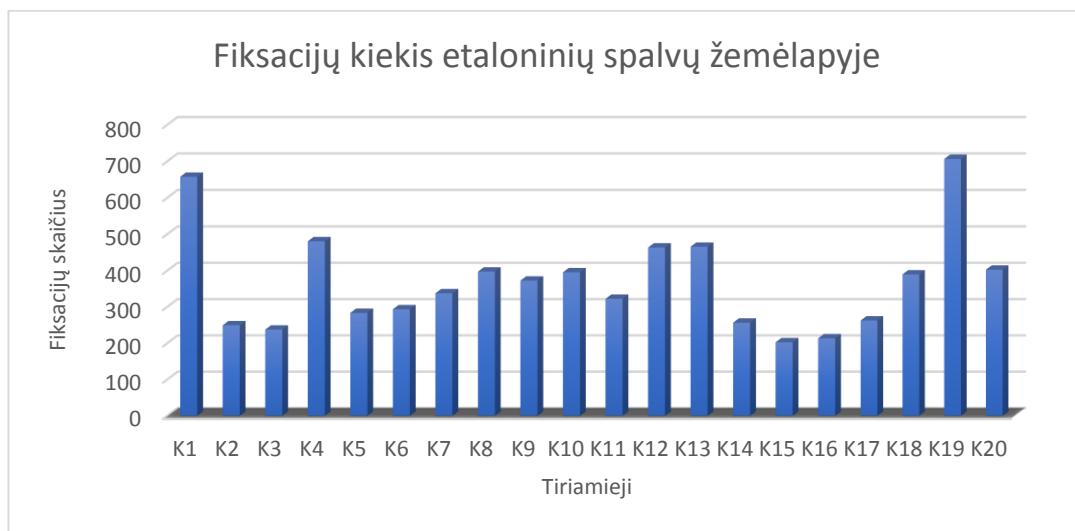
**17 pav.** Turinčių kartografinį išsilavinimą tiriamųjų, fiksacijų kiekis



**18 pav.** Neturinčių kartografinio išsilavinimo tiriamųjų, fiksacijų kiekis



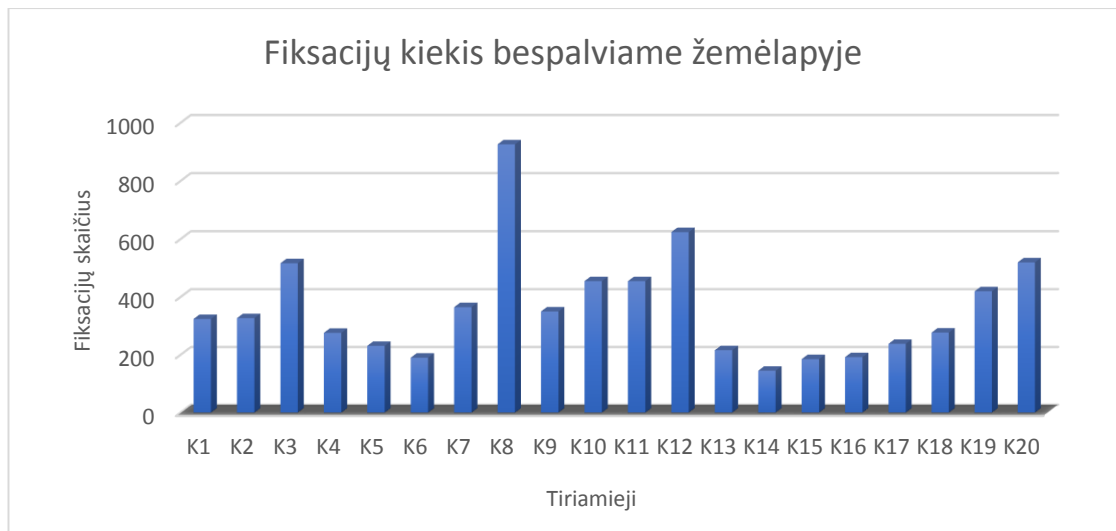
Kadangi fiksacijų kiekis tiriamųjų grupėse labai svyruoja, tikslingiau žemėlapių rezultatus panagrinėti atskiriomis grupėmis. Tikėtina, kad gauti rezultatai taip pat labai skirsis. Pirmiau bus analizuojami, kartografinį išsilavinimą turinčių tiriamųjų, trys žemėlapių variantai. Iš žemiau pateiktų paveikslų (19, 20, 21 pav.) pastebima, kad tolygiausias visų dalyvių fiksacijų kiekis, kuris neviršija 600 yra neetaloninių spalvų žemėlapyje. Tai parodo, kad žemėlapis yra nesunkiai skaitomas visiems dalyviams, nors jo spalvos yra neįprastos kartografiniams kūriniams. Tiek etaloninių spalvų žemėlapyje, tiek bespalviame matomas žymus fiksacijų kiekio svyravimas, puses tiriamųjų fiksacijų suma svyruoja nuo 200 iki 400, kitos pusės ji viršija 400. Maždaug pusei tiriamųjų vaizdas šiuose žemėlapiuose buvo aiškesnis, o kitai pusei priešingai – sudėtingesnis. Todėl galima teigti, kad etaloninių spalvų ir bespalvio žemėlapio suvokimas, kartograforų tarpe, mažai kuo skiriasi.



**19 pav.** Fiksacijų kiekis etaloninių spalvų žemėlapyje

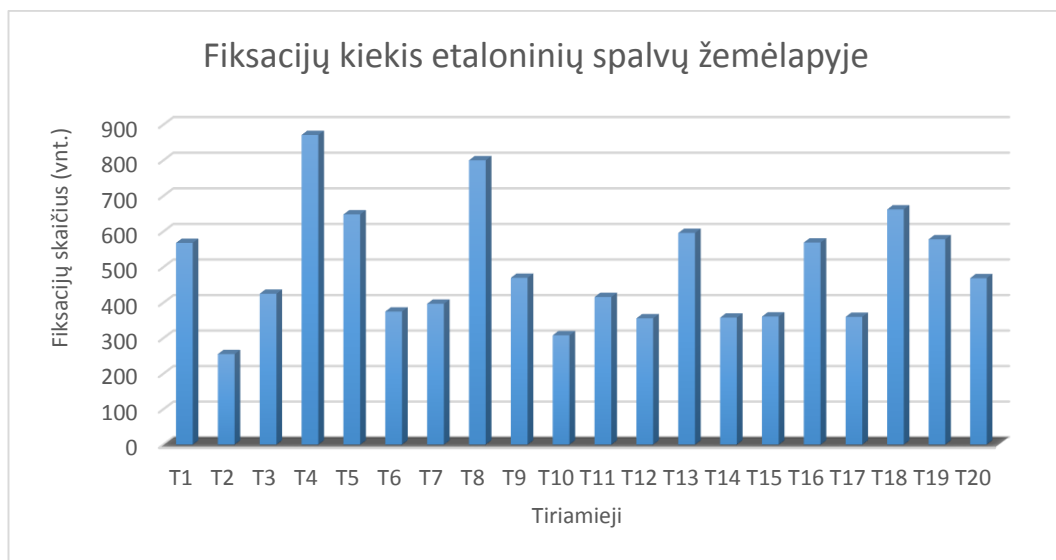


**20 pav.** Fiksacijų kiekis neetaloninių spalvų žemėlapyje

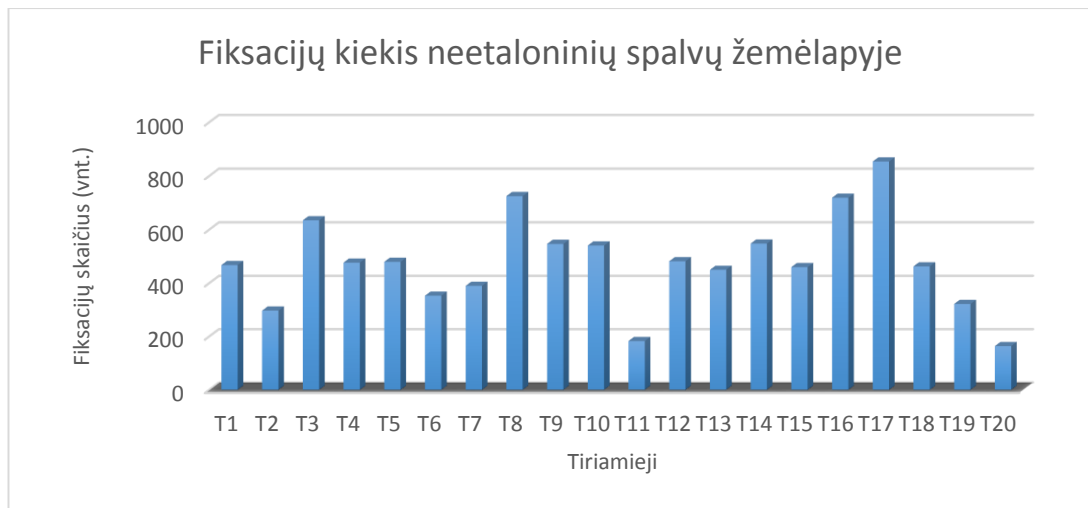


**21 pav.** Fiksacijų kiekis bespalviame žemėlapyje

Tiriamųjų, neturinčių kartografinio išsilavinimo fiksicijų kiekiai trijuose žemėlapių variantuose (22, 23 24 pav.) parodo, kad mažiausiai fiksicijų yra bespalviame žemėlapyje, iki 500, į jį tiriamieji žiūrėjo mažiausiai kartų. Spalvoti žemėlapiai šiai tiriamųjų grupei buvo sunkiau skaitomi. Vizualiai žvelgiant abu žemėlapiai dalyviams yra suvokiami panašiai, tačiau sudėjus visų dalyvių fiksicijas, pastebima, kad neetaloninių spalvų žemėlapis skaitomas lengviau. Tai apibendrinanti diagrama bus pateikta 3.5 dalyje „Tyrimo rezultatų apibendrinimas“.



**22 pav.** Fiksacijų kiekis etaloninių spalvų žemėlapyje



**23 pav.** Fiksacijų kiekis neetaloninių spalvų žemėlapyje



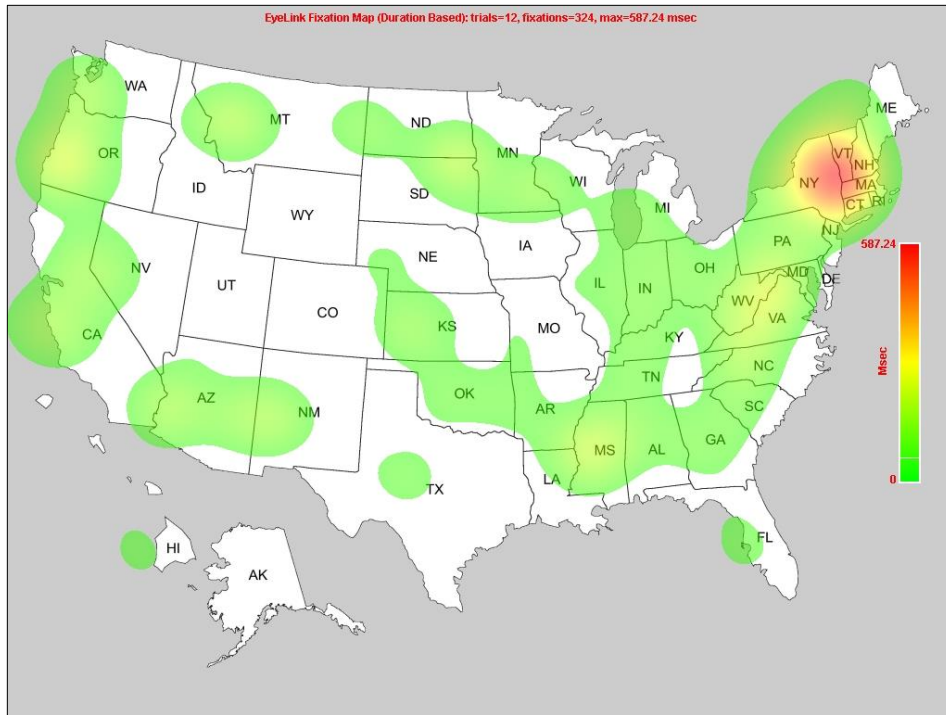
**24 pav.** Fiksacijų kiekis bespalviame žemėlapyje

Išanalizavus abiejų grupių, skirtinguose žemėlapiuose gautus duomenis, pastebima kad trumpiausiai žiūrima į neetaloninių spalvų žemėlapi. Fiksacijų kiekis parodo, kad būtent netradiciskomis spalvomis nuspalvintas žemėlapis yra greičiau skaitomas.

Jau anksčiau minėtoje programoje „EyeLink Data Viewer“ iš visų žemėlapiuose buvusių fiksicijų ir jų laiko galima pasidaryti dėmesio zonų žemėlapius (*heatmap*‘us), kurių paskirtis parodyti žemėlapiio sritis, į kurias tiriamasis žiūrėjo daugiausiai kartų ir ilgiausiai bei ar tam įtakos turėjo spalvos. Išanalizavus abiejų grupių, trijų skirtingų spalvų žemėlapių *heatmap*‘us, matomos sritys, į kurias buvo žiūrima labiausiai, taip pat į ką buvo kreipiamas dėmesys. Nors šios sritys, kiekvieno tiriamojo skiriasi, tačiau galima įžvelgti bendrus dėsniumus.

Išanalizavus tiek turinčių kartografinį išsilavinimą, tiek neturinčių dalyvių *heatmap*‘us gauti panašūs rezultatai. Tiriamųjų žvilgsnis daugiausiai kryo į JAV rytus, kur valstijų koncentracija yra didžiausia. Būtent šiai teritorijai visuose žemėlapiio variantuose dėmesio buvo skirta daugiausiai (žr. 6, 7, 8 priedai). Bespalviame žemėlapyje nemažai dėmesio skirta ir kitai žemėlapiio

daliai (žr. 8 priedas), taip yra todėl, kad nėra spalvų, kurios padėtų atkreipti tiriamojo dėmesį į konkrečią vietą. etaloninėmis ir neetaloninėmis spalvomis nuspalvintuose žemėlapiuose matoma, kad tiriamojo dėmesį dažnai patraukia kažkuri ryški spalva. Etaloninių spalvų žemėlapyje dažniausia dėmesį traukianti yra mėlyna ir raudona spalvos, o neetaloninių spalvų žemėlapyje – juoda ir purpurinė. 25 paveiksle pavaizduotas, kartografinio išsilavinimo neturinčio tiriamojo, *heatmap*‘o pavyzdys. Visi *heatmap*‘ai pateikiami prieduose ir skaitmeniniame formate.

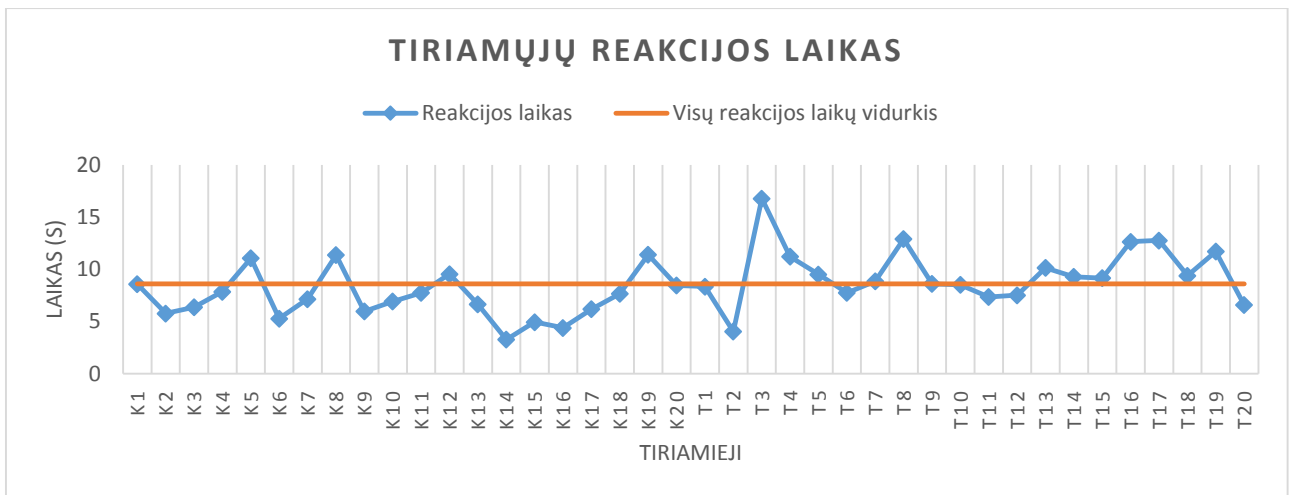


25 pav. *Heatmap*‘o pavyzdys

### 3.2 Reakcijos laikas

Reakcijos laikas parodo kiek tiriamajam užtrunka atsakymo radimas žemėlapyje bei mygtuko paspaudimas radus kodą. Tai parodo, kiek dalyviai užtruko atliekant užduotis. Visų tiriamųjų apibendrintas užduočių atlikimo laikas leidžia suprasti, kiek laiko reikia suvokti erdvinę informaciją. Programos fiksuojamas laikas matuojamas milisekundėmis.

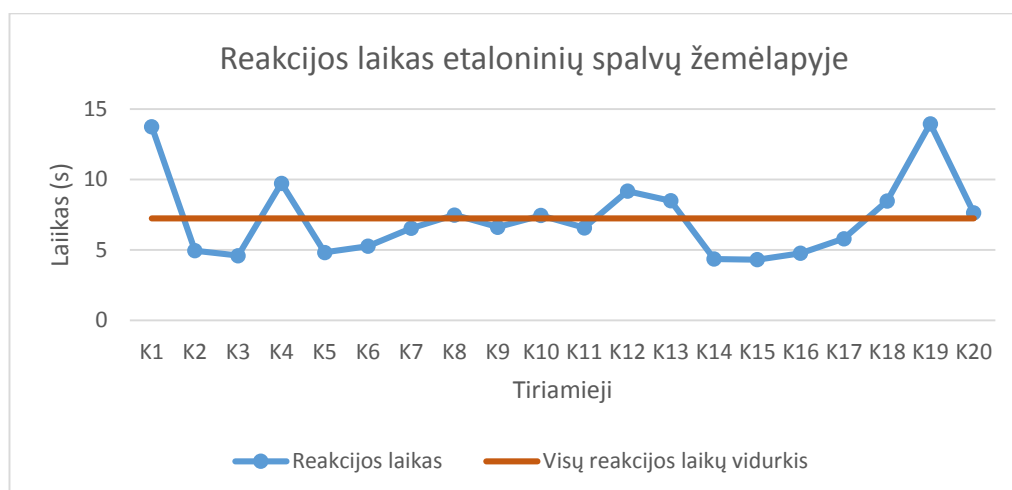
Išanalizavus turimųjų reakcijos laikus (žr. 26 pav.) matoma, kad tiriamųjų, turinčių kartografinį išsilavinimą reakcijos laikas yra mažesnis už vidutinį visų tiriamųjų reakcijos laiką. Tuo tarpu kartografinio išsilavinimo neturinčių reakcijos laikas yra ilgesnis už vidutinį, visų tiriamųjų reakcijos laiką.



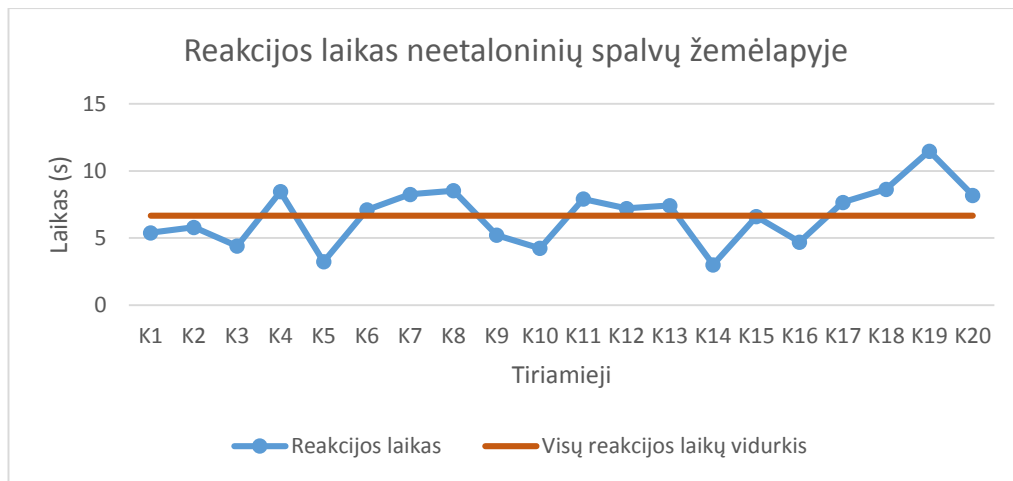
**26 pav.** Visų tiriamųjų reakcijos laikas

Iš diagramose pateiktų duomenų (žr. 27, 28, 29 pav.) matyti, kad kartografulių reakcijos laikas, visuose žemėlapių variantuose svyruoja nuo 3 iki 13 sekundžių. Galima išskirti neetaloninių spalvų žemėlapi, kuriame visų tiriamųjų reakcijos laikas panašus ir mažai nutolsta nuo visų dalyvių reakcijos laikų vidurkio. Tiek etaloninių spalvų, tiek bespalviame žemėlapyje reakcijos laikas labai svyruoja, priklausomai nuo tiriamojo.

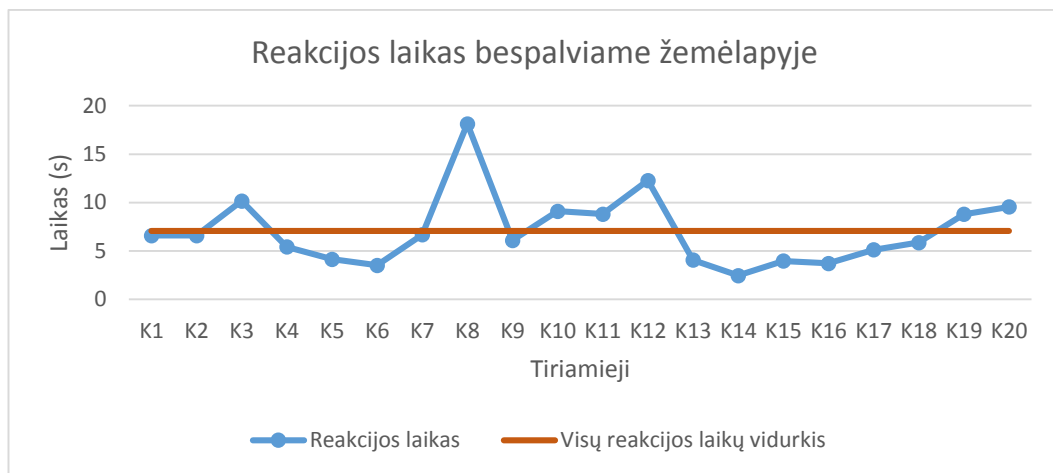
Susumavus visų kartografinį išsilavinimą turinčių dalyvių reakcijos laiką ir sekundes pavertus minutėmis matoma, kad užduočių atlikimo laikas žemėlapiuose skiriasi labai nežymiai (žr. 30 pav.). Per trumpiausią laiką 2,2 min. užduotys atliktos neetaloninių spalvų žemėlapyje, tai patvirtino ir mažiausias fiksacijų skaičius. Etaloninių spalvų žemėlapyje užduotims atlikti reikėjo daugiausiai laiko 2,4 min. Bepalviame prirėikė 2,3 min.



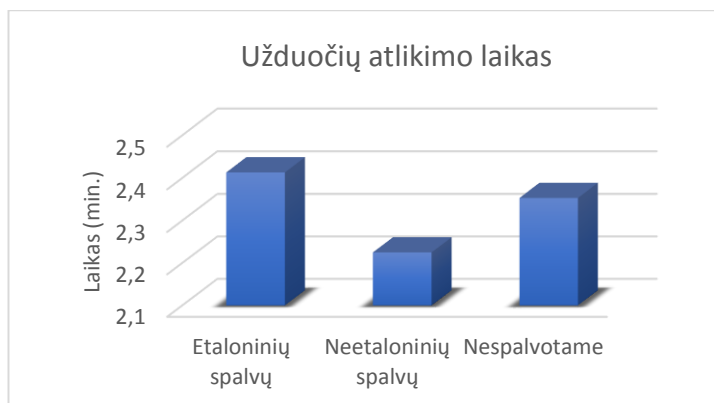
**27 pav.** Turinčių kartografinį išsilavinimą reakcijos laikas etaloninių spalvų žemėlapyje



**28 pav.** Turinčių kartografinį išsilavinimą reakcijos laikas neetaloninių spalvų žemėlapyje



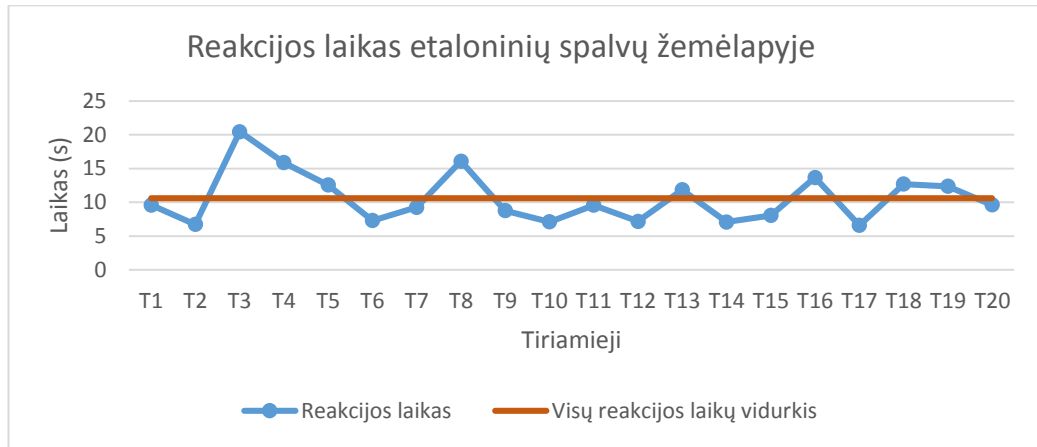
**29 pav.** Turinčių kartografinį išsilavinimą reakcijos laikas bespalviame žemėlapyje



**30 pav.** Turinčių kartografinį išsilavinimą reakcijos laikas žemėlapiuose

Išanalizavus kartografinio išsilavinimo neturinčių tiriamųjų reakcijos laikus (31,32,33 pav.) matoma, kad jis svyravo nuo 6 iki 20 sekundžių. Bespalviame žemėlapyje dalyvių reakcijos laikas buvo trumpiausias, taip pat mažai nutolo nuo visų dalyvių reakcijos laikų vidurkio. Būtent šis žemėlapis buvo lengviausiai skaitomas, nes nebuvo jokių papildomų dirgiklių. Nedaug nuokrypių nuo reakcijos laikų vidurkių yra ir etaloninių spalvų žemėlapyje. Pagal diagramose nubrėžtas

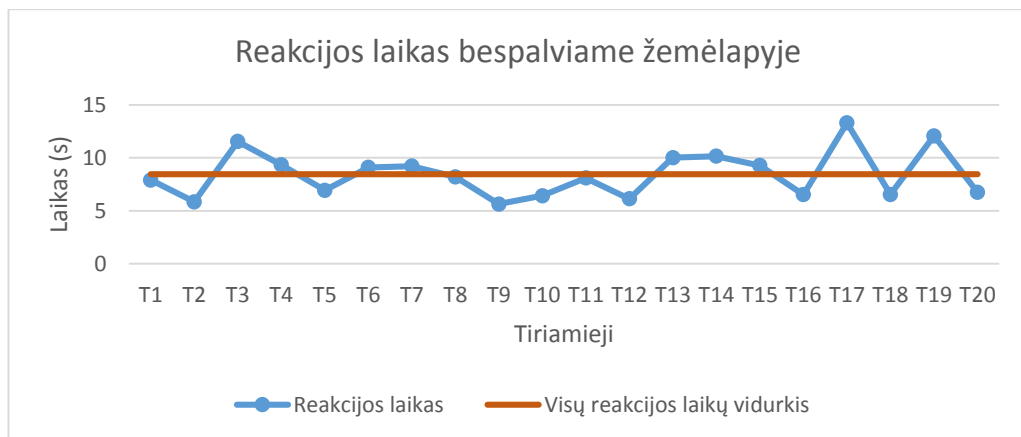
kreives būtų galima spręsti, kad sunkiausiai sekėsi neetaloninių spalvų žemėlapyje. Tačiau susumavus visų dalyvių reakcijos laikus žemėlapiuose (32 pav.) matoma, kad neetaloninių spalvų žemėlapyje užduočių atlikimo laikas buvo šiek tiek trumpesnis – 3,3 min. nei etaloninių spalvų – 3,5 min. Bespalviame žemėlapyje reakcijos laikas buvo trumpiausias – 2,8 min.



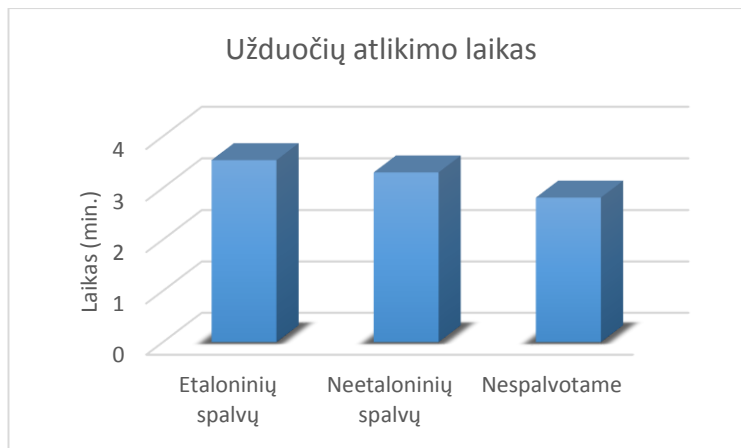
**31 pav.** Neturinčių kartografinio išsilavinimo reakcijos laikas etaloninių spalvų žemėlapyje



**31 pav.** Neturinčių kartografinio išsilavinimo reakcijos laikas neetaloninių spalvų žemėlapyje



**31 pav.** Neturinčių kartografinio išsilavinimo reakcijos laikas bespalviame žemėlapyje



**32 pav.** Neturinčių kartografinio išsilavinimo reakcijos laikas žemėlapiuose

Apibendrinant abi tiriamųjų grupes pastebima, kad kartografinį išsilavinimą turintys dalyviai užduotis atliko greičiau nei šio išsilavinimo neturintys. Kartografų vidutinis visų atliktų užduočių laikas buvo 2,3 min., o ne kartografų - 3,2 min. jie prie užduočių sugaišo minute ilgiau. Nors užduočių atlikimo laikas tiek etaloninių, tiek neetaloninių spalvų žemėlapyje abiejų grupių yra panašus, tačiau visgi mažiau laiko abiem grupėms užėmė užduočių atlikimas neetaloninių spalvų žemėlapyje.

### 3.3 Žvilgsnio šuolis

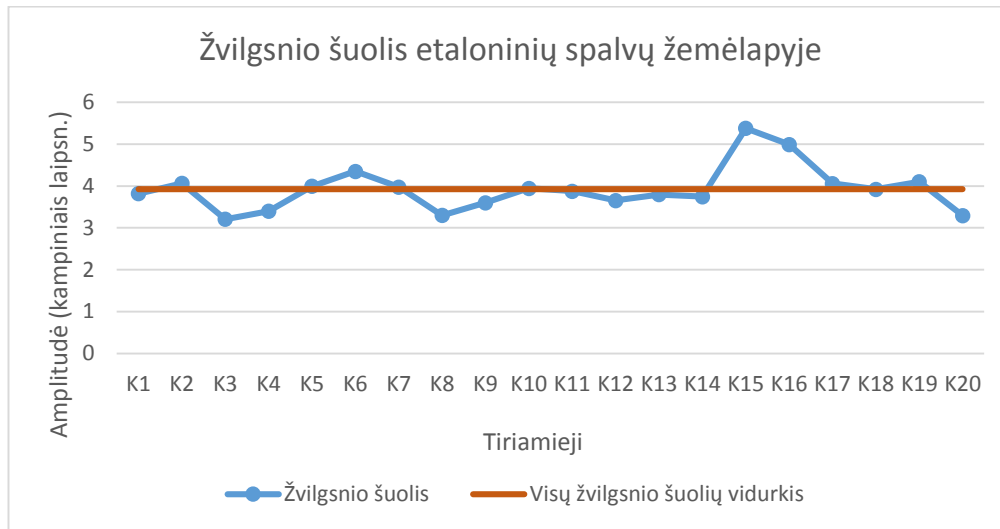
Žvilgsnio šuolis arba kitaip sakados yra staigūs, trumpi, nemažos amplitudės akių judesiai, kurių dėka žvilgsnis „peršoka“ nuo vieno žmogų dominančio objekto prie kito. Pagal tai kokio ilgio yra sakada (žvilgsnio šuolis) galima nustatyti ar tiriamojo žvilgsnis chaotiškai judėjo nuo vieno žemėlapijo krašto į kitą ar ne. Tai parodo sakadų amplitudę, kuo ji didesnė, tuo didesnis žvilgsnio šuolis. Pagal tai galima pasakyti, kokią atsakymų ieškojimo strategiją taikė tiriamasis.

Norint išsiaiškinti, kokią ieškojimų strategiją taikė abi tiriamųjų grupės ir koks buvo jų žvilgsnio šuolis buvo išnagrinėtos sakadų amplitudės. Pirmiausia buvo nagrinėtas kartografinį išsilavinimą turinčių tiriamųjų žvilgsnio šuolis žemėlapiuose (žr. 33, 34, 35 pav.). Nors visų šios grupės tiriamųjų žvilgsnio šuolio amplitudė svyruoja panašiam intervale nuo 3 iki 5. Tačiau galima teigti, kad etaloninių ir neetaloninių spalvų žemėlapiuose tiriamieji atsakymų ieškojo nuosekliai, žvilgsnis nuo visų tiriamųjų žvilgsnių šuolių vidurkio, nukrypo nedaug. Bepalviame žemėlapyje matomas didesnis žvilgsnio šuolio svyravimas. Tai parodo, kad toks žemėlapis sukėlė daugiau pasimetimo, žvilgsnis šokinėjo iš vieno žemėlapijo krašto į kitą.

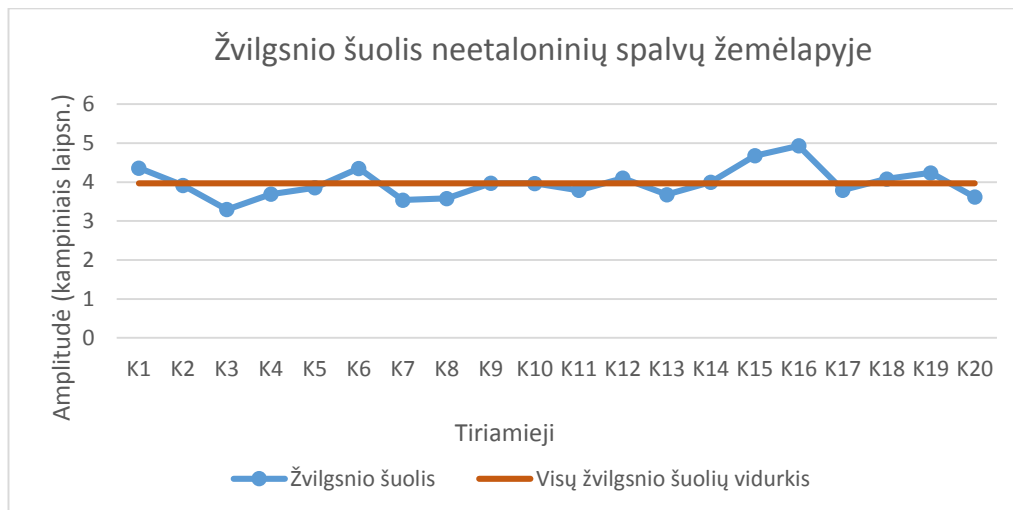
Susumavus visų kartografų sakadų amplitudes (36 pav.) matoma, kad nuosekliausiai atsakymų buvo ieškota etaloninių spalvų žemėlapyje, o labiausiai žvilgsnis šokinėjo bespalviame



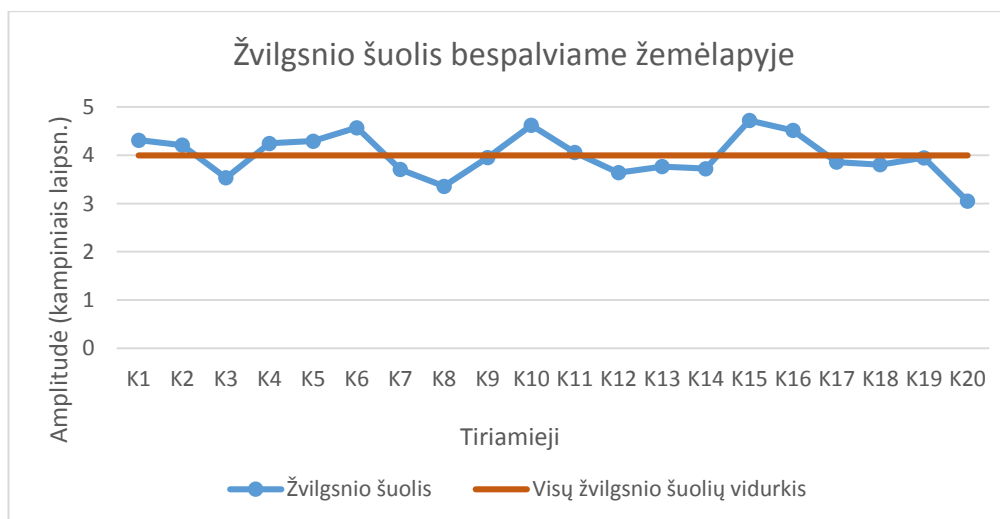
žemėlapyje. Tai parodo, kad spalvos padeda lengviau susikoncentruoti į atsakymo ieškojimą ir greičiau ją rasti.



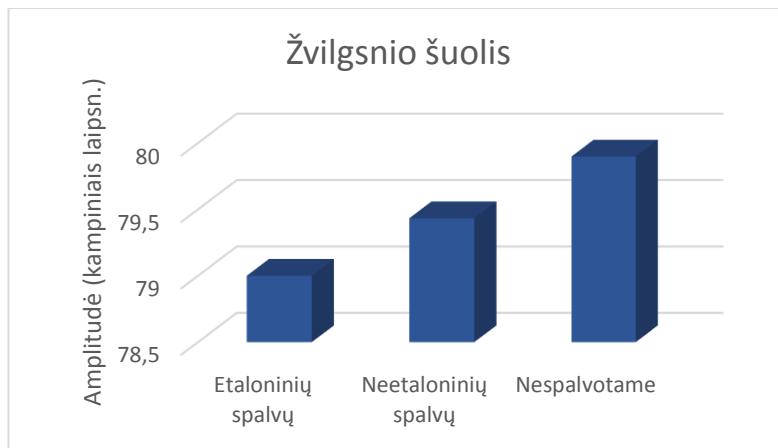
**33 pav.** Turinčių kartografinį išsilavinimą žvilgsnio šuolis etaloninių spalvų žemėlapyje



**34 pav.** Turinčių kartografinį išsilavinimą žvilgsnio šuolis neetaloninių spalvų žemėlapyje



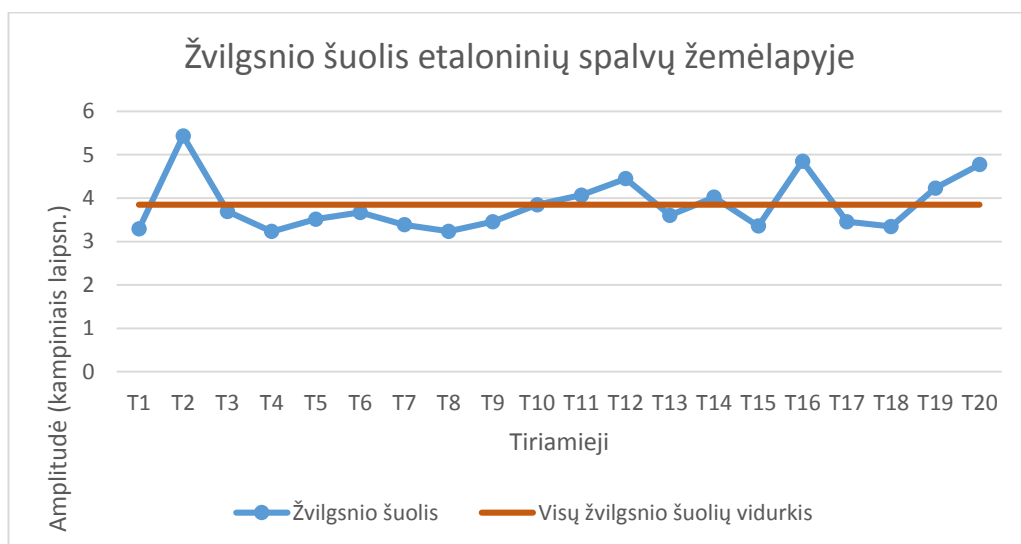
**35 pav.** Turinčių kartografinį išsilavinimą žvilgsnio šuolis bespalviame žemėlapyje



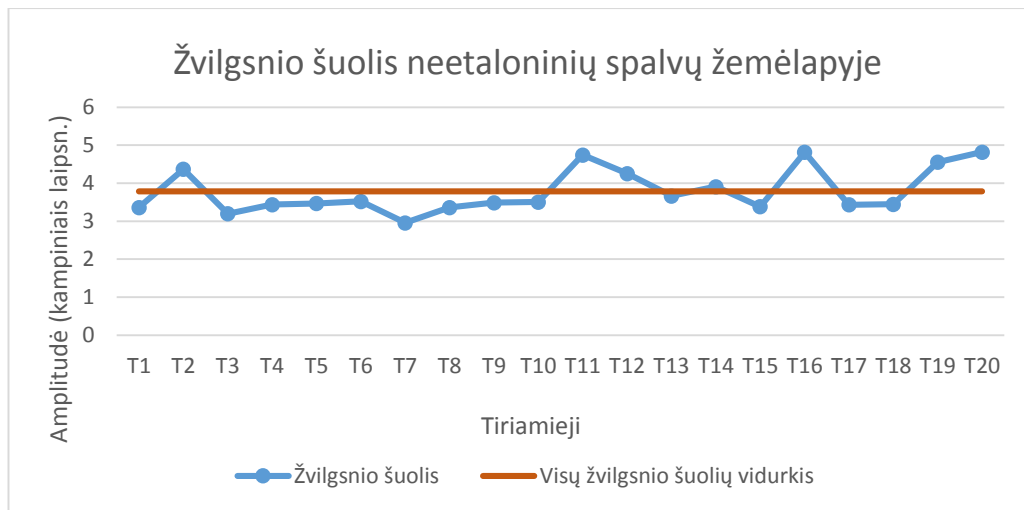
**36 pav.** Turinčių kartografinį išsilavinimą žvilgsnio šuolis žemėlapiuose

Apžvelgus kartografinio išsilavinimo neturinčių tiriamųjų žvilgsnių šuolių diagramas (37, 38, 39 pav.) galima teigti, kad tiriamųjų žvilgsnių šuoliai žemėlapiuose panašūs. Tiriamieji panašiai analizavo visus žemėlapius. Žvilgsnio šuolio amplitudė svyravo nuo 3 iki 5, kaip ir kartografulių, tačiau nuo visų žvilgsnių šuolių vidurkio nukrypsta mažiau.

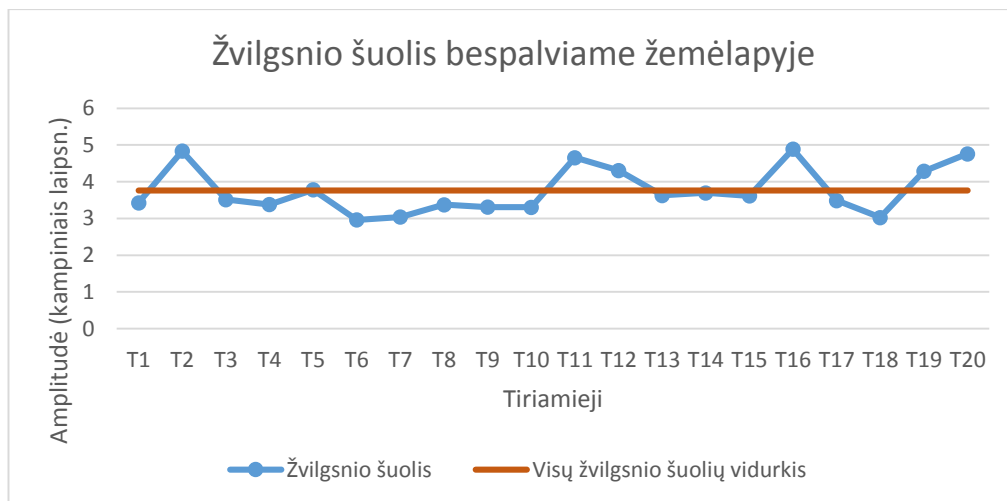
Susumavus visų kartografinio išsilavinimo neturinčių tiriamųjų sakadų amplitudes (40 pav.) matoma, kad nuosekliausiai atsakymų buvo ieškota bespalviame žemėlapyje. Labiausiai žvilgsnis šokinėjo etaloninių spalvų žemėlapyje, būtent jam parinktos spalvos daugiau blaškė šios grupės tiriamuosius.



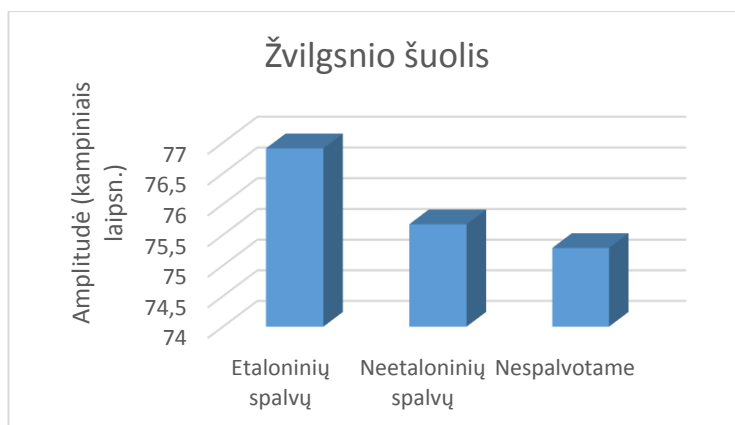
**37 pav.** Neturinčių kartografinio išsilavinimo žvilgsnio šuolis etaloninių spalvų žemėlapyje



**38 pav.** Neturinčių kartografinio išsilavinimo žvilgsnio šuois neetaloninių spalvų žemėlapyje



**39 pav.** Neturinčių kartografinio išsilavinimo žvilgsnio šuois bespalviame žemėlapyje



**40 pav.** Neturinčių kartografinio išsilavinimo žvilgsnio šuois žemėlapiuose

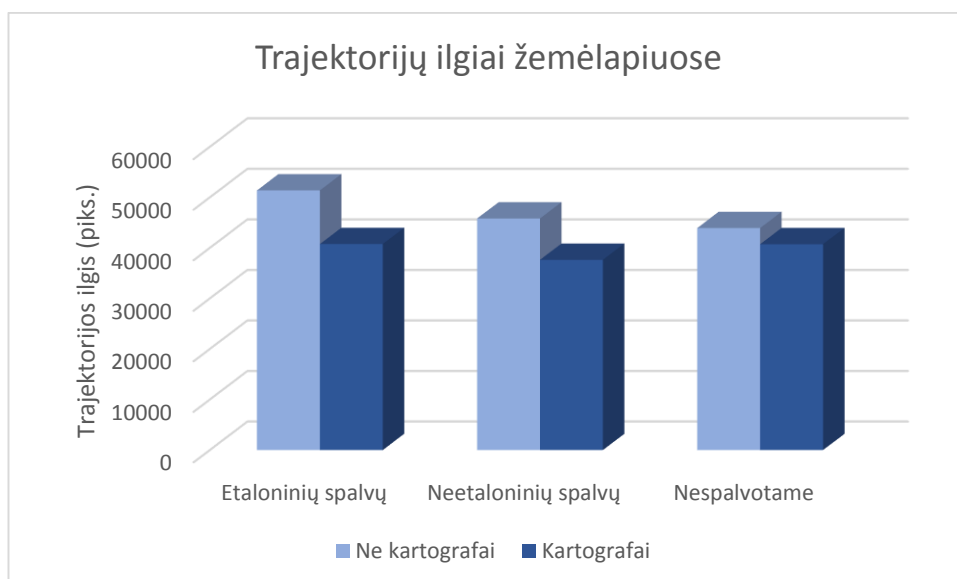
Apibendrinant abi tiriamųjų grupes pastebėta, kad žvilgsnio šuoio amplitudė didesnė yra tų tiriamųjų, kurie turi kartografinį išsilavinimą, negu tų, kurie neturi. Tai parodo, kad ne kartografai į žemėlapi žiūri nuosekliai, išanalizuodami vieną vietą ir pereidami prie kitos. Tuo tarpu kartografai žvilgsniu stengiasi aprėpti visą teritoriją, pereidami nuo vietos viename žemėlapi

krašte į kitą. Taip pat pastebimas priešingas kartografų ir ne kartografų žvilgsnio šuolis žemėlapiuose. Kartografas nuosekliau skaitė etaloninių spalvų žemėlapi, o bespalviame skaitymas nebuvo nuoseklus. Ne kartografai atvirkščiai – nuosekliau skaitė bespalvį, o etaloninių spalvų žemėlapio skaitymas nebuvo nuoseklus.

### 3.4 Žvilgsnio trajektorija

Žvilgsnio trajektorija parodo, kaip tiriamasis žiūrėjo į žemėlapi ir ieškojo atsakymo. Trajektorijos yra neatsiejamai susiję su fiksacijų vieta. Kiekviena fiksacija turi savo koordinates, kurios pateikiamos pikseliais. Susumavus visas fiksacijų koordinates išbraižomos žvilgsnio trajektorijos bei parašomas jų ilgis, standartinė įranga tokios galimybės neturi. Tam, kad būtų apdorotos fiksacijų koordinatės ir išbraižomos žvilgsnių trajektorijos, kaip jau minėta buvo susikurta programa pavadinimu „Rez\_Analize“.

Programos pagalba gautus vieno tiriamojo tam tikrų klausimų trajektorijų ilgius galima palyginti su kitais tiriamaisiais, taip nustatant kiek tam įtakos turėjo spalvos. Buvo išanalizuotos abiejų tiriamųjų grupių, visų klausimų, pateiktų trijuose žemėlapių variantuose žvilgsnių trajektorijos ir nustatyta, kuriame žemėlapyje jos yra trumpiausios. Taip pat žvilgsnių trajektorijos patvirtina ieškojimo strategiją t. y. ar ieškoma nuosekliai ar ne. Gauti apibendrinti duomenys pateikiami 41 paveiksle, o detalūs duomenys pateikti skaitmeniniame variante.

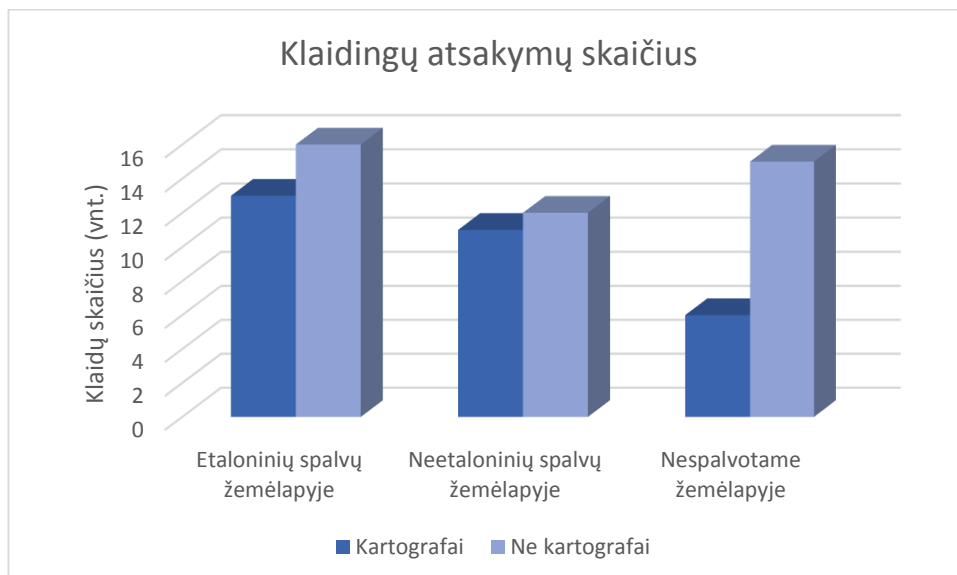


**41 pav.** Abiejų tiriamųjų grupių žvilgsnių trajektorijų ilgiai žemėlapiuose

Iš pateikto paveikslo matoma, kad kartografinį išsilavinimą turinčių tiriamųjų mažiausi trajektorijų ilgiai yra nespaltvotame žemėlapyje, tai parodo, kad jame buvo daugiausia fiksacijų,

tiriamasis ilgiau ieškojo atsakymo. Tačiau šis rezultatas nėra labai aktualus, kadangi darbe akcentuojamos spalvos. Pastebima, kad trumpiausios trajektorijos abejuose tiriamųjų grupėse yra neetaloninių spalvų žemėlapyje, tai dar kartą patvirtina, kad tokiomis spalvomis nuspalvintas žemėlapis yra lengviau ir greičiau skaitomas. Žvilgsnio trajektorija yra ilgiausia etaloninių spalvų žemėlapyje, jis skaitomas sunkiausiai. Taip yra todėl, kad jame naudojamos spalvos: žalia, mėlyna, raudona ir violetinė žmonėms kelia vienokias ar kitokias asociacijas, o tai prailgina žemėlapio skaitymą ir jo suvokimą. Būtent todėl, kad neetaloninių spalvų žemėlapyje naudojamos spalvos: purpurinė, juoda, pilka ir rausva, nekelia asociacijų, spalvos atmetamos, kaip nereikalinga informacija ir labiau susikoncentruojama į atsakymo radimą ir greitesnį žemėlapio skaitymą.

„Rez\_Analize“ programos dėka susikurtą DXF failą, su išbraižytomis žvilgsnių trajektorijomis, įsikėlus į „AutoCAD“ programą pamatoma, kaip trajektorija atrodo vizualiai (visi DXF failai pateikiami skaitmeniniame formate.). Iš to buvo nustatyta kiek tiriamieji padarė klaidų, skirtinguose žemėlapio variantuose. Buvo tikrinama ar tyrimo metu pateiktas valstijos kodas sutampa su žemėlapyje matoma žvilgsnio trajektorijos pabaiga t. y. ar žvilgsnio trajektorijos pabaiga yra toje valstijos teritorijoje, kuri buvo pateikta klausime. Tam, kad suskaičiuoti klaidingus atsakymus buvo apibrėžta visa valstijos teritorija, nes reikėjo tam tikro laiko tarpo, kol tiriamasis suvokė radęs kodą ir paspaudė mygtuką. 42 paveiksle pateikiami abiejų tiriamųjų grupių, trijuose žemėlapio variantuose, klaidingų atsakymų suma. Kiekvieno tiriamojo klaidos žemėlapuose pateikiamos 9 ir 10 prieduose.



**42 pav.** Abiejų tiriamųjų grupių klaidingų atsakymų skaičius žemėlapuose

Iš paveikslo matoma, kad mažiau klaidų darė kartografinį išsilavinimą turintys tiriamieji, nes jie dažnai susiduria su žemėlapio skaitymu ir suvokimu. Mažiausiai abiejų grupių tiriamieji klydo neetaloninių spalvų žemėlapyje. Kartografai jame padarė 11 klaidų, o ne kartografai – 12.

Daugiausiai klaidų buvo etaloninių spalvų žemėlapyje: kartografiškai padarė 13 klaidų, ne kartografiškai – 16. Didelis klaidų skaičius šiomis spalvomis nuspalvintame žemėlapyje patvirtina teiginį, kad spalvų daromos asociacijos daro įtaką taisyklingam informacijos supratimui. Nors bespalvis žemėlapis, kartografinio išsilavinimo neturintiems tiriamiesiems, pagal reakcijos laiką, fiksacijų skaičių, žvilgsnio šuolį buvo patogiausiai ir greičiausiai skaitomas, tačiau didelis klaidų skaičius rodo, kad jame pateikiama informacija yra greitai, tačiau neteisingai suvokiama. Priešinga tendencija matoma išanalizavus kartografinį išsilavinimą turinčius tiriamuosius, kurie bespalviame žemėlapyje klydo mažiau kartų, informacija buvo suvokiama teisingiau.

### 3.5 Tyrimo rezultatų apibendrinimas

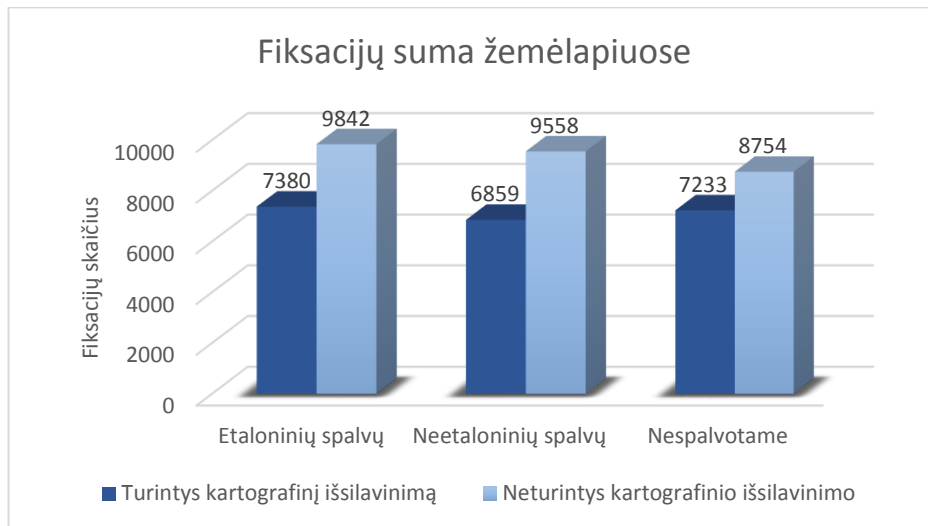
Šioje darbo dalyje bus glaustai aptarti spalvinio kartografinio vaizdo suvokimo tyrimo metu gauti rezultatai. Abiejų tiriamųjų grupių gauti rezultatai: fiksacijų sumos, užduočių atlikimo laikas, žvilgsnio šuolis, trajektorijos ilgiai, klaidų skaičius palyginami ir iš jų daromos išvados optimalesniam žemėlapių kūrimui. Bus aptariama tiriamųjų nuomonė, kokiame žemėlapyje atlikti užduotis sekėsi lengviau ir kokiame sunkiau. Taip pat tyrimo metu gauti rezultatai bus lyginami su K. Šeškauskaitės „Žemėlapių kartografinio vaizdo suvokimo ypatumų tyrimo“ rezultatais. Toks lyginimas leis pateikti konkretesnes išvadas žemėlapių spalvų pasirinkimui.

Apžvelgus visus, kartografinį išsilavinimą turinčių tiriamųjų, gautus rezultatus (žr. 41, 42, 43, 44, 45 pav.) matoma, kad lengviausiai suvokiamas ir greičiausiai skaitomas buvo neetaloninių spalvų žemėlapis. Jame buvo užfiksuotas mažiausias fiksacijų skaičius, trumpiausios trajektorijos ir reakcijos laikas taip pat klaidų, neetaloninėmis spalvomis nuspalvintame, žemėlapyje buvo mažiau. Tik žvilgsnio šuolis buvo didesnis, tai parodo, kad tokių spalvų žemėlapių kartografiškai skaito nenuosekliai, žvilgsniu stengiamasi aprėpti kuo didesnę teritoriją. Bespalvis žemėlapis kartografams yra sunkiau skaitomas, nes prie tokio žemėlapio varianto šios srities atstovai nėra pripratę, o spalvos padeda greičiau susiorientuoti. Klaidų skaičius parodo, kad būtent šio tipo žemėlapyje pateikiama informacija yra teisingiau suvokiama.

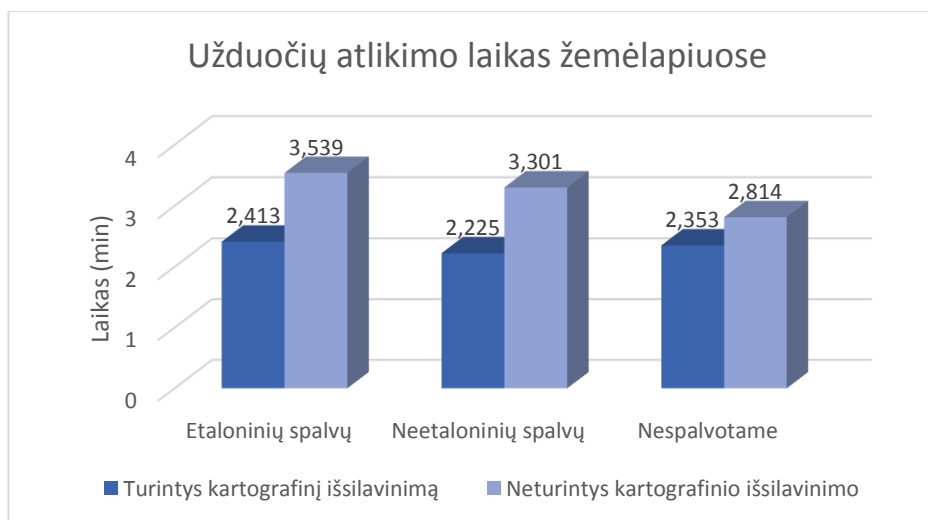
Nors kartografinio išsilavinimo neturinčių tiriamųjų beveik visi duomenys yra didesni už kartografų, nes jiems netenka taip dažnai susidurti su žemėlapiais, tačiau pastebima, kad neetaloninėmis spalvomis nuspalvintas žemėlapis, šiai grupei tiriamųjų, taip pat yra greičiau skaitomas ir lengviau suvokiamas (žr. 41, 42, 43, 44, 45 pav.). Žvilgsnio šuolio rezultatai yra žemesni negu kartografų, o tai parodo, kad ne kartografiškai žemėlapių skaito nuosekliau, išanalizuoja vieną teritoriją ir po to pereina prie kitos. Šiai grupei tiriamųjų lengviausiai skaitomas ir suvokiamas yra bespalvis žemėlapis, tai parodo, kad ne kartografams spalva vis dėl to turi įtakos

žemėlapių skaitymui ir jį pasunkina. Nors šio tipo žemėlapyje tiriamieji orientavosi lengviau ir greičiau, tačiau didelis klaidų skaičius rodo, kad informacija nebuvo suvokiama teisingai.

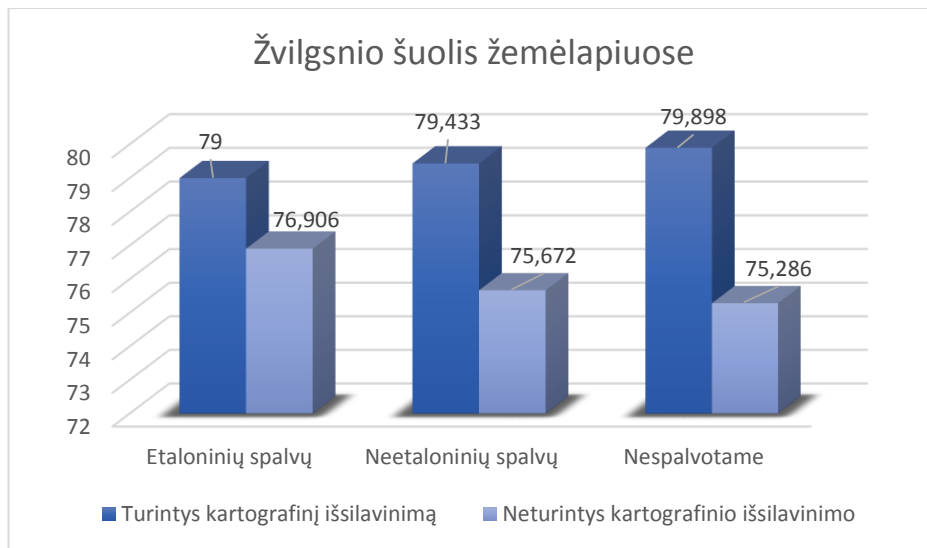
Apibendrinant abiejų grupių gautus rezultatus, galima teigti, kad greičiausiai skaitomas ir lengviausiai suvokiamas yra neetaloninių spalvų žemėlapis. Taip yra todėl, kad tokios spalvos nesukelia asociacijų, kurios pasunkina ir prailgina žemėlapio suvokimą. Būtent dėl tos pačios priežasties, reikėtų atkreipti dėmesį į bespalvius žemėlapius, nes juose pateikiama informacija, priklausomai nuo žmogaus, gali būti suvokiama greičiau ir teisingiau.



**43 pav.** Abiejų tiriamųjų grupių fikscijų suma žemėlapiuose

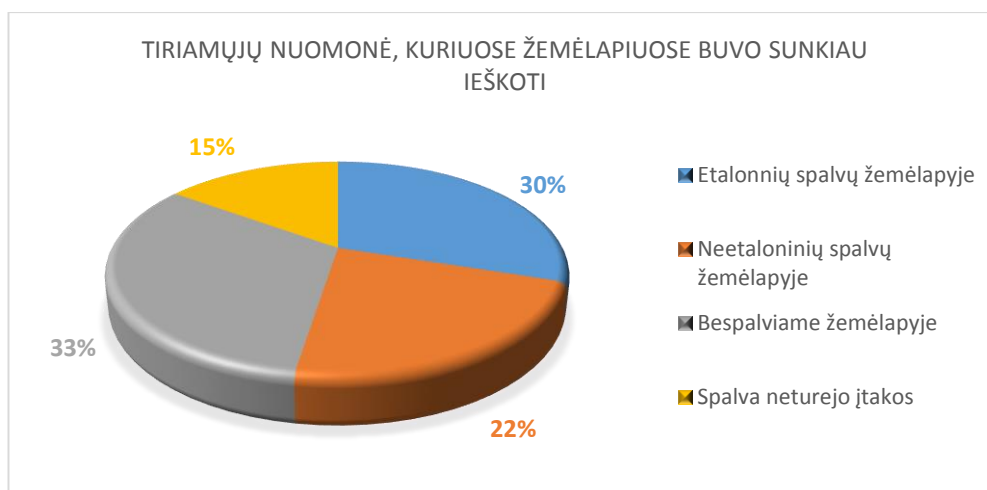


**44 pav.** Abiejų tiriamųjų grupių užduočių atlikimo laikas žemėlapiuose



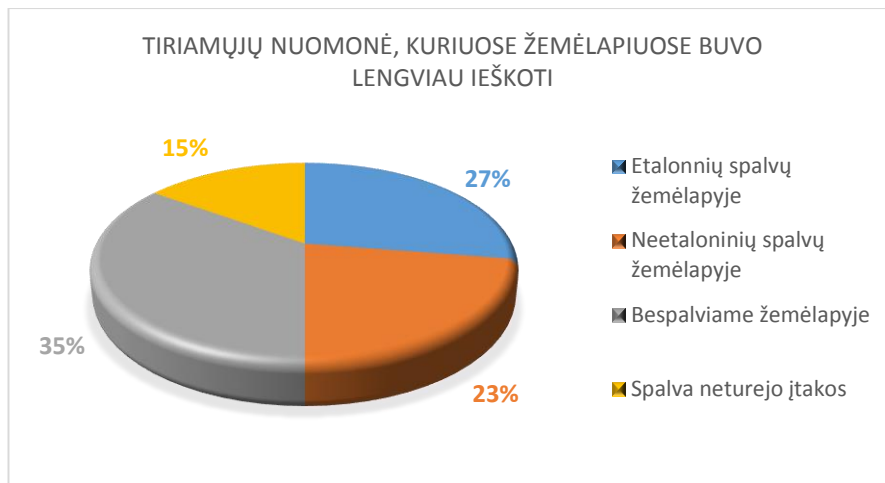
**45 pav.** Abiejų tiriamųjų grupių žvilgsnio šuolis žemėlapiuose

Kaip jau minėta anksčiau, po tyrimo kiekvienas dalyvis turėjo užpildyti anketą, kurioje buvo prašoma nurodyti bendrą informaciją: vardą, amžių, lytį, dioptrijas bei parašyti atsiliepimą. Kiekvieno tiriamojo dioptrijų žinojimas ir ar dalyvis tyrime dalyvavo su akiniais, turėjo įtakos rezultatų interpretacijai. Šie faktoriai galėjo įtakoti tyrimo metu gautus rezultatus, todėl buvo svarbu atliekant rezultatų analizę į juos atsižvelgti. Dalyvio atsiliepimas, kuriame žemėlapyje, jų nuomone buvo lengviausia ir sunkiausia rasti atsakymus yra gautų rezultatų patvirtinimas. Dalyvių atsiliepimai pateikiami 46 ir 47 paveiksluose, iš kurių matoma, kad maždaug pusei tiriamųjų lengviau sekėsi ieškoti bespalviame žemėlapyje, o kitai pusei jame ieškoti buvo sunkiau. Tokia pati tendencija matoma ir spalvotuose žemėlapiuose, maždaug pusei lengviau buvo etaloninių ar neetaloninių spalvų žemėlapyje kitai pusei, jie buvo sunkesni. 15 % tiriamųjų manė, kad spalva neturėjo įtakos jų atsakymų radimui. Tai yra kiekvieno tiriamojo subjektyvi nuomonė, kuri iš dalies sutampa su tyrimo rezultatais.



**46 pav.** Tiriamųjų nuomonė, kuriame žemėlapių variante ieškoti buvo sunkiau





**47 pav.** Tiriamųjų nuomonė, kuriame žemėlapije buvo lengviau ieškoti

Spalvinis kartografinis tyrimas buvo atliktas, kartografijoje pritaikius akies sekimo įrenginį, todėl gautus rezultatus galima lyginti su prieš tai darytu panašiu K. Šeškauskaitė tyrimu, kurio metu taip pat buvo naudotas šis įrenginys. „Žemėlapių kartografinio vaizdo suvokimo ypatumų“ tyrimo metu buvo siekiama iširti, kokios spalvos žemėlapiai yra skaitomi ir suvokiami greičiausiai ir lengviausiai. Atlikus tyrimą paaiškėjo, kad kuo žemėlapis kontrastingesnis ir tamsesnis, tuo jo suvokimas ir skaitymas yra lengvesnis ir greitesnis. Būtent tamsiame žemėlapyje informacijos suvokimas vyko greičiausiai. Tamsių spalvų žemėlapių galima prilyginti neetaloninėmis spalvomis nuspalvintam žemėlapiui. Šis tyrimas patvirtina, kad neetaloninėmis spalvomis nuspalvintas žemėlapis yra patogiausiai ir lengviausiai skaitomas visiems tiriamiesiems, nes spalvos dalyviams nekelia tiek daug asociacijų.

## IŠVADOS

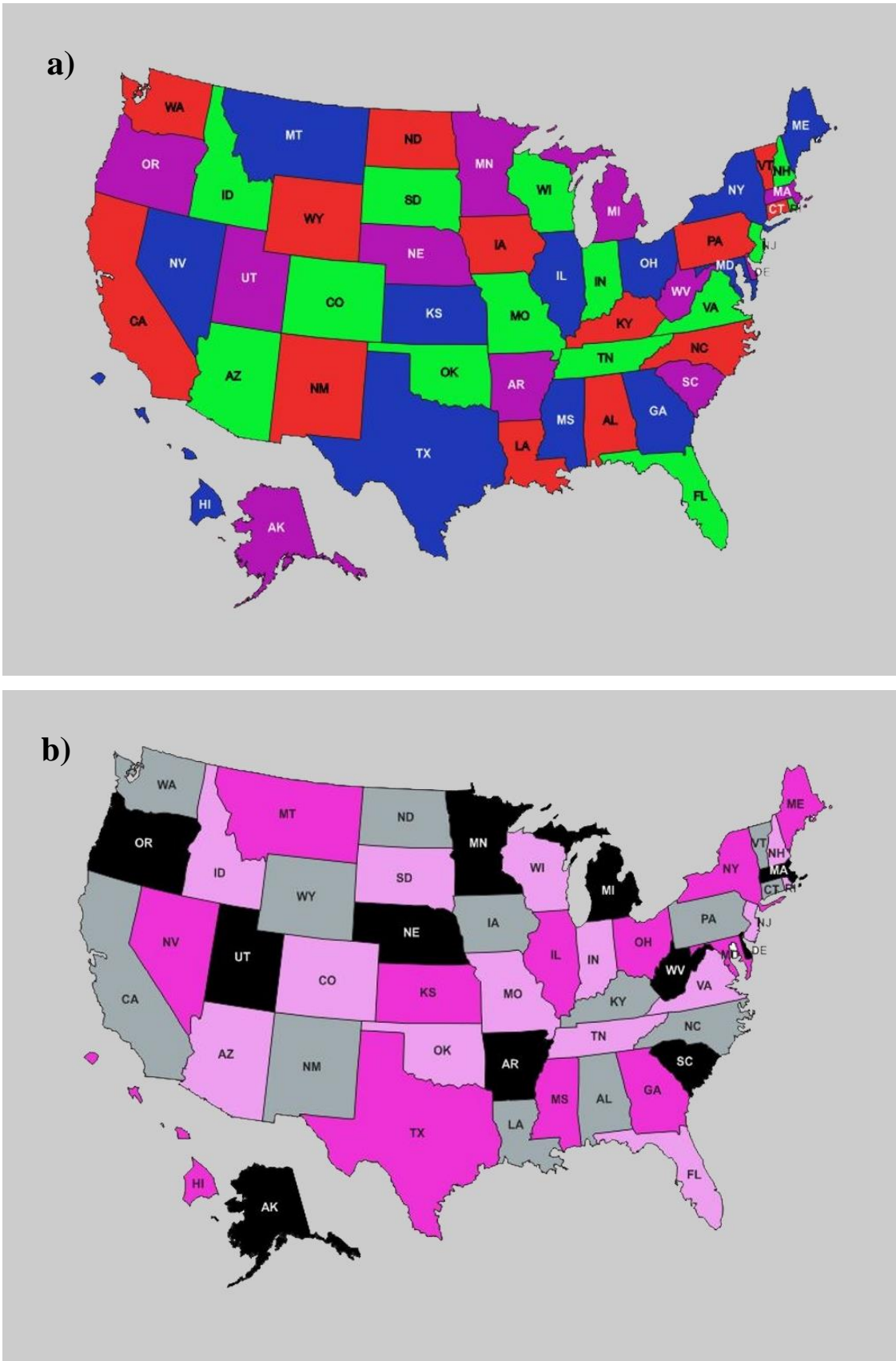
1. Atliktų esamų tyrimų analizė parodė, kad spalvų tyrimai aktualūs ir būtini. Nors pasaulyje tokie tyrimai atliekami dažnai, tačiau daugelis tyrimų siejami ne su kartografija, o su pačių spalvų suvokimu.
2. Akies judesių sekimo metodo taikymas kartografijoje leidžia įvertinti ne tik spalvų suvokimą, bet ir informacijos siejamos su spalvomis interpretavimą. Šį metodą tikslinga naudoti ne tik spalvų vertinime, bet ir kituose kartografiniuose tyrimuose susijusiuose su žemėlapių dizaino optimizavimu.
3. Taikytas spalvų atrankos modelis iš anketavimo duomenų, kuriuose buvo virš 20 atspalvių, leido išskirti 4 dažniausiai pasirenkamas tradicines ir netradicines spalvas.
4. Kadangi teritorijos ir užrašų metodika yra tęstinė, šis pakartotinis tyrimas parodė, kad metodika sukurta teisingai. Prieš tai atliktame tyrime buvo panaudoti 5 elementai, neskaitant spalvos, o šiame – 2. Atliktas tyrimas leidžia konstatuoti, kad galima naudoti mažiau elementų, o rezultatai bus panašūs.
5. Pasirinktas respondentų skaičius (20 turinčių kartografinį išsilavinimą ir 20 neturinčių) optimalus, nes leidžia tyrimo rezultatus vertinti pakankamu tikslumu. Dvi tiriamųjų grupės leido išskirti spalvų suvokimo skirtumus tarp specialistų ir ne specialistų.
6. Kartografinį išsilavinimą turinčių dalyvių užduočių atlikimo laikas yra 32% trumpesnis, nei šio išsilavinimo neturinčių. Nors užduočių atlikimo laikas tiek etaloninių, tiek neetaloninių spalvų žemėlapyje abiejų grupių yra panašus, tačiau visgi mažiau laiko užėmė užduočių atlikimas neetaloninių spalvų žemėlapyje.
7. Tyrimo rezultatai rodo (fiksacijų kiekis, reakcijos laikas, žvilgsnio šuolis ir žvilgsnio trajektorija), kad žemėlapiai greičiausiai skaitomi ir jų pateikiama informacija lengviausiai suvokiama netradicinėmis spalvomis nuspalvintame žemėlapyje.
8. Gauti rezultatai parodo, kad 8% trumpesni trajektorijų ilgiai ir 26% mažiau klaidų buvo daroma baziniame – bespalviame žemėlapyje. Dėl šios priežasties kuriant skaitmeninius žemėlapius turėtų būti galimybė naudotojams pasirinkti spalvas, o tarp pasirinkimo variantų turėtų būti spalvų panaikinimas arba jų pakeitimas į neutralius pilkus atspalvius. Tai leis žemėlapiu naudotojams teisingiau suvokti pateikiamą sudėtingą informaciją.
9. Fiksacijų tankį parodantys dėmesio zonų žemėlapiai, bei trajektorijų analizė parodė, kad kuriant skaitmeninių žemėlapių interaktyvumą reiktų atsižvelgti į tokias vietas, kuriose informacijos koncentracija didžiausia, tose zonose turėtų veikti tikslesnio padidrinimo funkcija. Tokiu būdu žemėlapis taptų funkcionalesnis ir labiau pritaikytas vartotojams.

## NAUDOTA LITERATŪRA

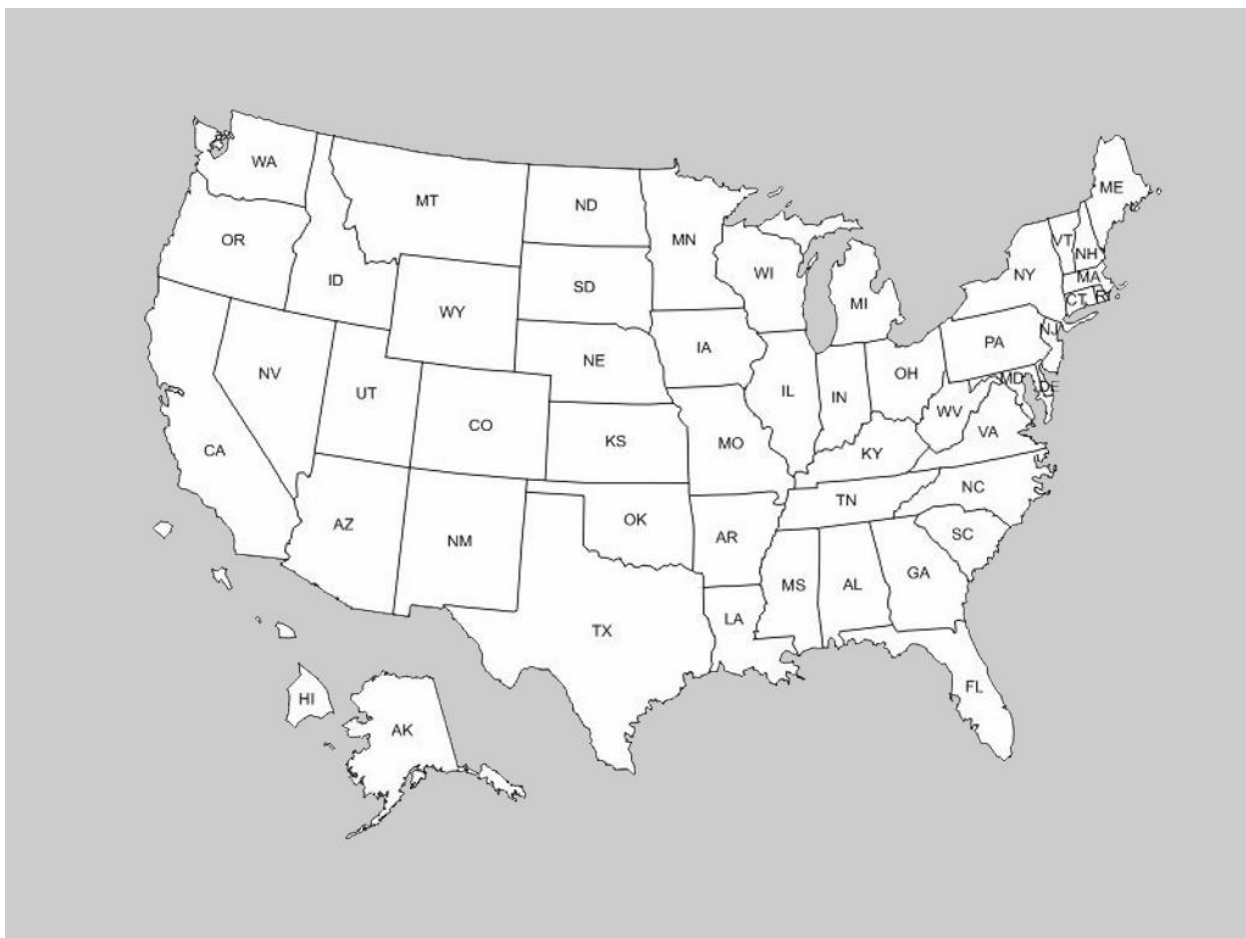
- Bautrėnas A. (2002). *Kartografinio vaizdo optimizavimas teminėje kartografijoje (kompiuterinių programų pagrindu)*. Daktaro disertacija. Vilnius: KC.
- Bautrėnas A., Dumbliauskienė M., 2005. *Spalvų suvokimo ir atkūrimo tyrimas kartografiniame dizaine*. Geografija. T. 41. 25-32
- Brychtova A., Coltekin A., 2014. *An Empirical User Study for Measuring the Influence of Colour Distance and Font Size in Map Reading Using Eye Tracking*. The Cartographic Journal. Vol 7. 1-11.
- Coltekin A., Heil B., Garlandini S., Fabrikant S.I. 2009. *Evaluating the Effectiveness of Interactive Map Interface Designs: A Case Study Integrating Usability Metrics with Eye – movement Analysis*. Cartography and Geographic Information Science. Vol 36. 5- 17
- Coltekin A., Fabrikant S.I., Lacayo M., 2010. *Exploring the efficiency of users visual analytics strategies based on sequence analysis of eye movement recordings*. International Journal of Geographical Information Science. Vol 24. 1559-1575
- Dumbliauskienė M. (2002). *Kartografinės komunikacijos pagrindai*. Vilnius: VU leidykla.
- EyeLink Data Viewer Users Manual. Version 1.8.402. SR Research . Canada 1- 165
- EyeLink Programmers Guide. Version 3. 2006. SR Research. Canada 1-370
- EyeLink User Manual. Version 1.4.0. 2008. SR Research. Canada 1-130
- Huchendorf L. , 2007. *The effects of color on memory*. Journal of Undergraduate Research
- Jenny B., Kelso N.V, 2007, *Color Design for the Color Vision Impaired*, Cartographic perspectives, Vol. 57. 61 - 67
- Kačinskienė V. (2013). *Kompozicijos ir kartografinio dizaino pagrindai*. Klaipėda: Druka
- Kardelis K., 2002. *Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai*. Kaunas.
- Kirk A., (2012), *Data visualization: a successful design process*, Birmingham: Packt publishing
- Kurt S., Kingsley Osueke K., 2014. *The effects of color on the moods of college students*. SAGE Open.
- Mizgiris R. (2007). *Spalvotyra*. Kaunas.
- Opach T., Gołębiowska I., Fabrikant S.I. *How Do People View Multi-Component Animated Maps?* The Cartographic journal. Vol.000.1-13.
- Park J. G., 2009. *Color perception in pediatric patient room design: Healthy children vs. pediatric patients*. Health Environments Research & Design Journal, 2(3), 6-28
- Šeškauskaitė K. (2015). *Žemėlapių kartografinio vaizdo suvokimo ypatumų tyrimas*. Vilnius: KC
- Ware C., (2012), *Information visualization perception for design*, USA:Morgan Kaufmann

- WeiHua D., Hua L., Fang X., Zhao L., ShaoBo Z., 2014. *Using eye tracking to evaluate the usability of animated maps*. Science China. Earth Sciences. Vol.57. 512-522
- Apie spalvas*. <http://www.prodesign.lt/2010/11/23/apie-spalvas/> (Paskutinį kartą žiūrėta 2017.03.29)
- Bagdžiūnaitė R., 2001, *Grafų spalvinimo kartografijoje uždaviniai*, Geodezija ir kartografija, Vol. 27:1, 30-35
- Ciotti G., *The psychology of color in marketing and branding*.  
<https://www.helpscout.net/blog/psychology-of-color/> (Paskutinį kartą žiūrėta 2017.03.29)
- Dong W., Liao H., Roth R. E., Wang S. *Eye Tracking to Explore the Potential of Enhanced Imagery Basemaps in Web Mapping*  
[https://www.geography.wisc.edu/faculty/roth/publications/DongEtAl\\_2014\\_CJ.pdf](https://www.geography.wisc.edu/faculty/roth/publications/DongEtAl_2014_CJ.pdf) (paskutinį kartą žiūrėta 2016.06.06).
- Four color theorem*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Four\\_color\\_theorem](https://en.wikipedia.org/wiki/Four_color_theorem) (Paskutinį kartą žiūrėta 2017.03.30)
- J.L. Morton. *Color symbolism theories*. <https://www.colormatters.com/color-symbolism/color-symbolism-theories> (Paskutinį kartą žiūrėta 2017.03.29).
- J.Matijošienė. *Spalvų psichologija ir jūsų verslo internetinė svetainė ar tinklaraštis*.  
<http://vakomanda.lt/spalvu-psichologija-ir-jusu-verslo-internetine-svetaine-ar-tinklarastis/>  
(Paskutinį kartą žiūrėta 2017.03.29)
- Oomsa K., De Maeyera P., Fackb V. *Analysing eye movement patterns to improve map design*.  
[https://www.geography.wisc.edu/faculty/roth/publications/DongEtAl\\_2014\\_CJ.pdf](https://www.geography.wisc.edu/faculty/roth/publications/DongEtAl_2014_CJ.pdf) (paskutinį kartą žiūrėta 2016.06.06).
- Opach T., Nossum A. *Evaluating the usability of cartographic animations with eye-movement analysis*.  
[Http://icaci.org/files/documents/ICC\\_proceedings/ICC2011/Oral%20Presentations%20PDF/A3-Visualisation%20efficiency/CO-005.pdf](http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2011/Oral%20Presentations%20PDF/A3-Visualisation%20efficiency/CO-005.pdf) (paskutinį kartą žiūrėta 2016.06.06).
- Pappas S., *Different colors describe happiness vs.depression*. <http://www.livescience.com/6084-colors-describe-happiness-depression.html> (Paskutinį kartą žiūrėta 2017.03.29)
- Popelka S., Brychtova A., Brus J. *Advanced map optimalization based on eye-tracking*.  
[http://cdn.intechopen.com/pdfs/38305/InTechAdvanced\\_map\\_optimalization\\_based\\_on\\_eye\\_tracking.pdf](http://cdn.intechopen.com/pdfs/38305/InTechAdvanced_map_optimalization_based_on_eye_tracking.pdf) (paskutinį kartą žiūrėta 2016.06.06).
- Smegenis labiausiai stimuliuoja dvi spalvos*. <http://psichika.eu/blog/smegenis-labiausiai-stimuliuoja-dvi-spalvos/> (Paskutinį kartą žiūrėta 2017.03.29)
- Weninger B., *A color scheme for the presentation of sound immission in maps: requirements and principles for design*, <http://www.conforg.fr/euronoise2015/proceedings/data/articles/000069.pdf>  
(Paskutinį kartą žiūrėta 2017.03.30)

# PRIEDAI



1 pav. a) etaloninėmis b) neetaloninėmis spalvomis nuspalvinti žemėlapiai

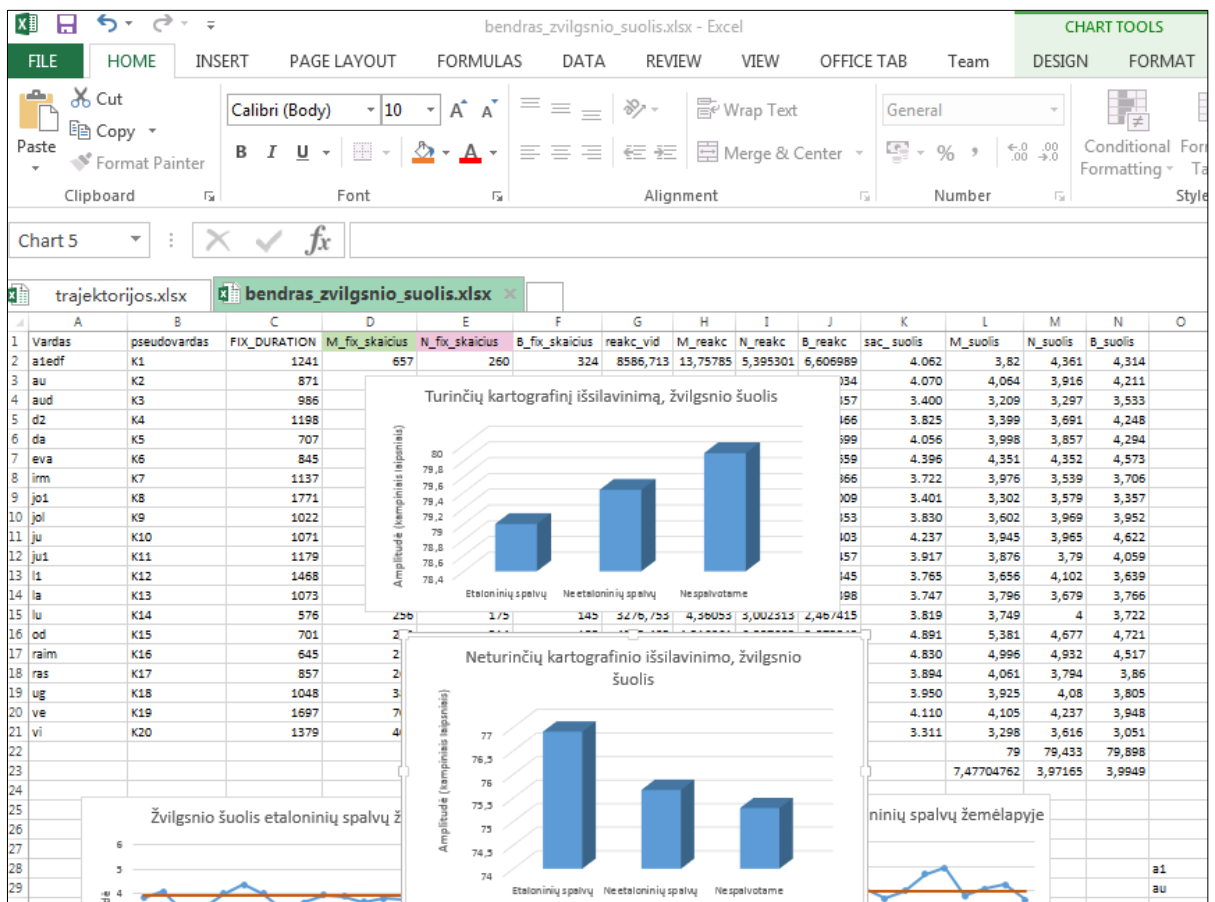
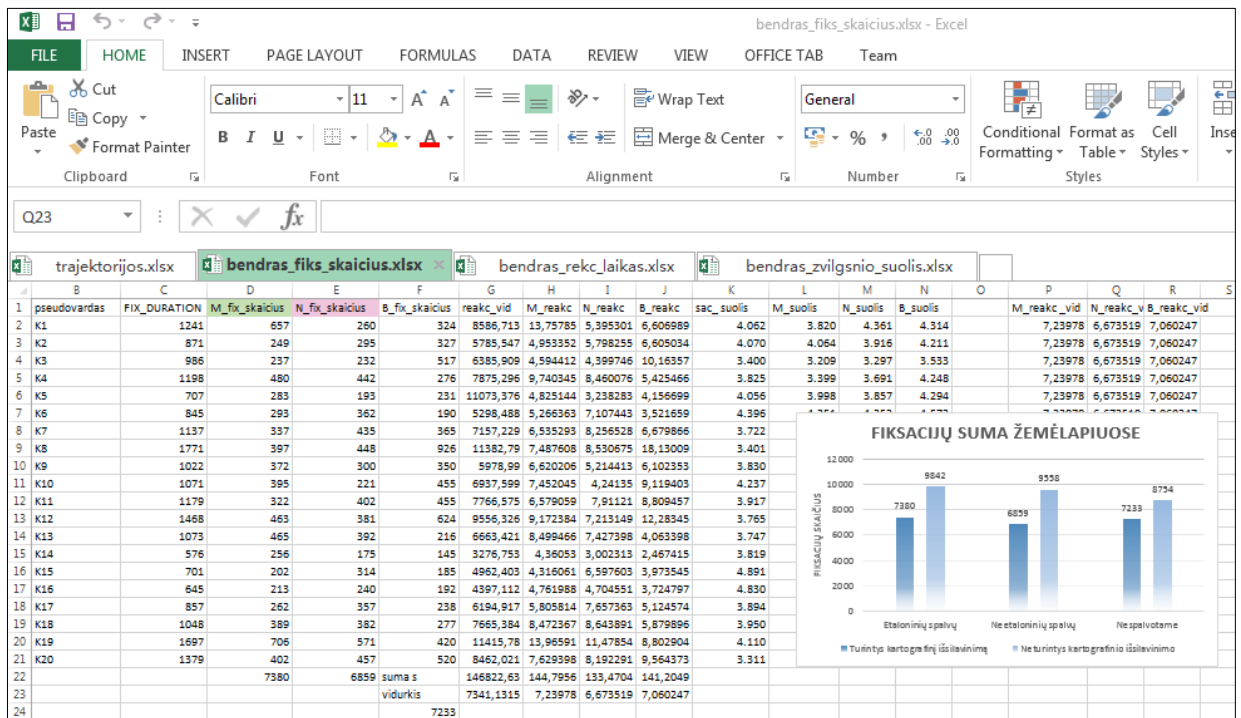


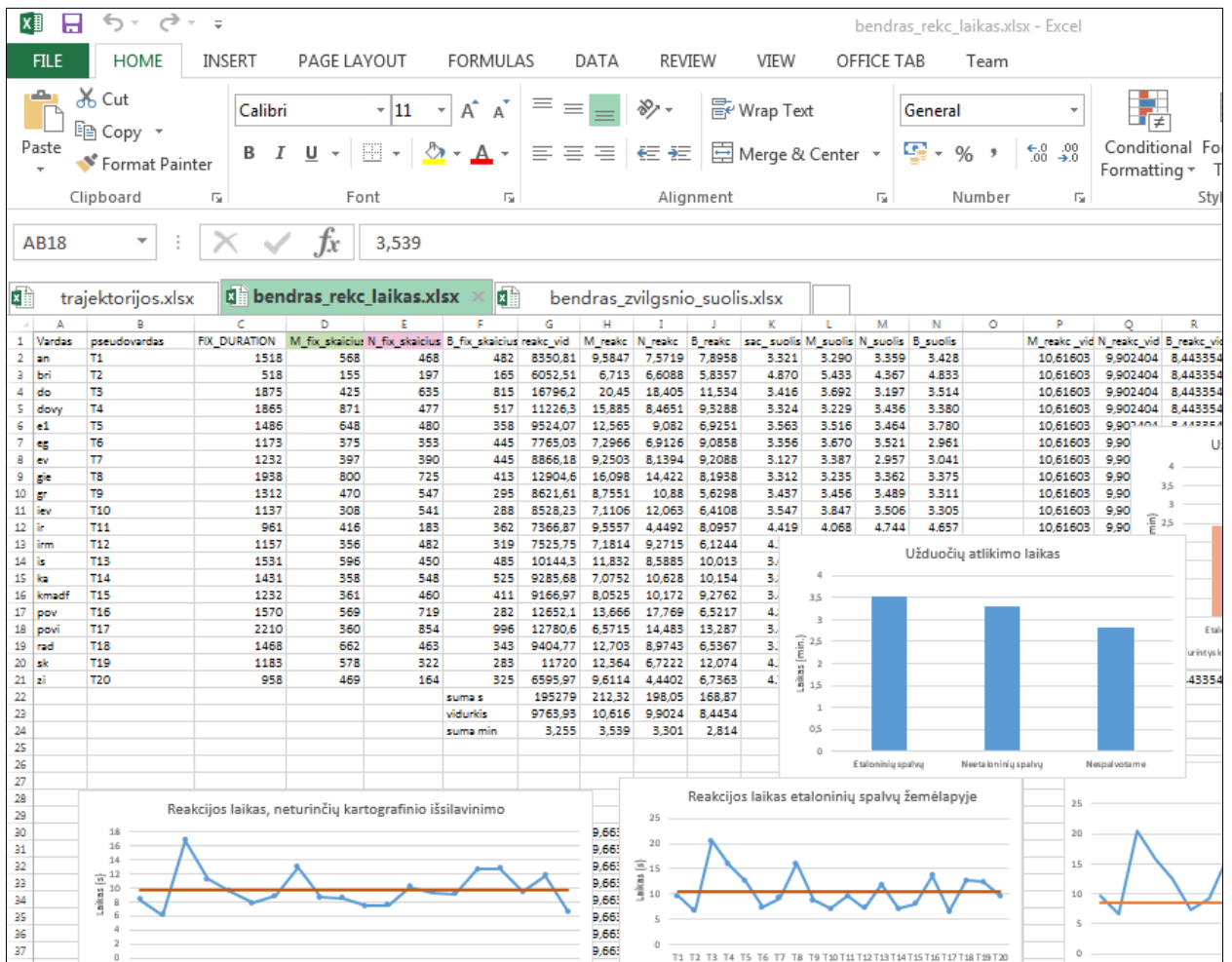
**2 pav.** Bazinis bespalvis žemėlapis

1 lentelė. Tyrime naudotų valstijų kodai

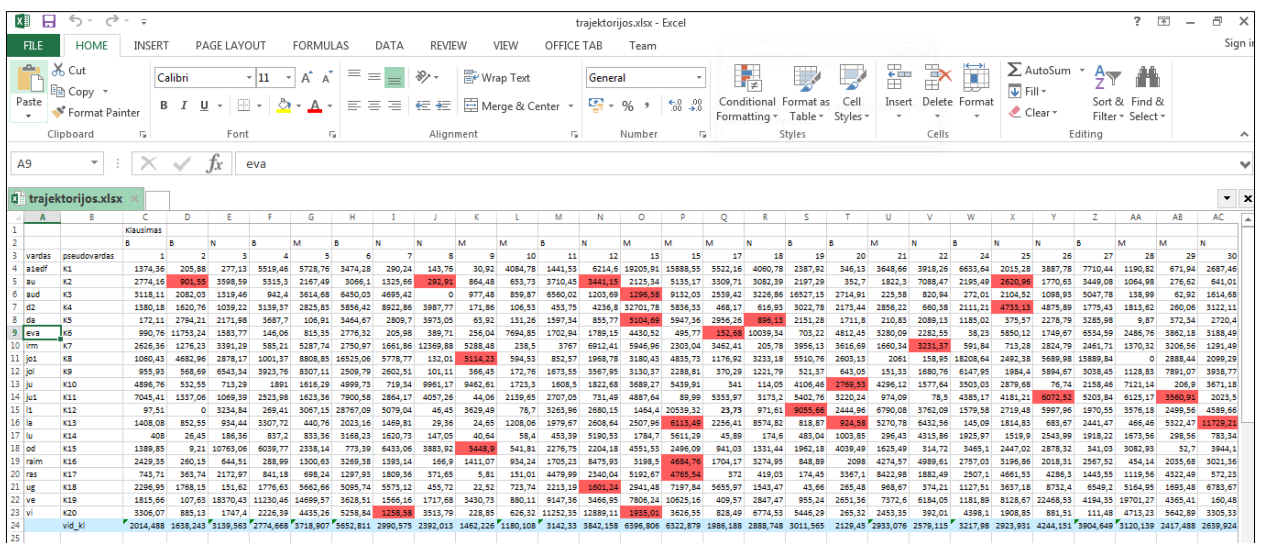
Nr.	Kodas	Valstijos pavadinimas	Nr.	Kodas	Valstijos pavadinimas
1.	MN	Minesota	21.	IA	Ajova
2.	CA	Kalifornija	22.	OK	Oklahoma
3.	UT	Juta	23.	SD	Pietų Dakota
4.	MI	Mičiganas	24.	MS	Misisipė
5.	TN	Tenesis	25.	AL	Alabama
6.	NH	Naujasis Hampšyras	26.	SC	Pietų Karolina
7.	PA	Pensilvanija	27.	VA	Virdžinija
8.	FL	Florida	28.	NC	Šiaurės Karolina
9.	KS	Kanzasas	29.	IN	Indiana
10.	IL	Ilinojus	30.	WI	Viskonsinas
11.	MT	Montana	31.	NY	Niujorkas
12.	GA	Džordžija	32.	ME	Meinas
13.	WV	Vakarų Virdžinija	33.	CT	Konektikutas
14.	LA	Luiziana	34.	MA	Masačusetas
15.	AK	Alaska	35.	OH	Ohajas
16.	HI	Havajai	36.	NV	Nevada
17.	WA	Vašingtonas	37.	ID	Aidahas
18.	WY	Vajomingas	38.	OR	Oregonas
19.	AZ	Arizona	39.	AR	Arkanzasas
20.	NM	Naujoji Meksika	40.	NE	Nebraska



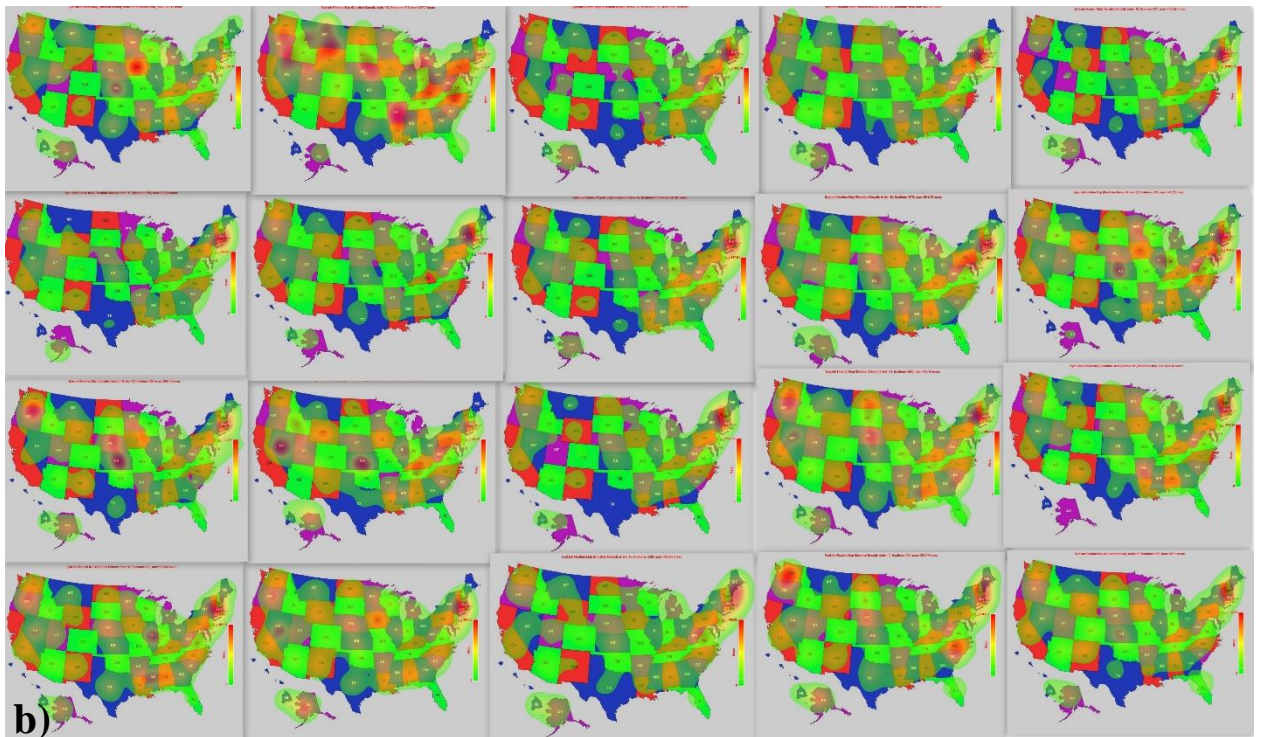




5 pav. Tiriamųjų reakcijos laiko duomenys „Excel“ aplinkoje



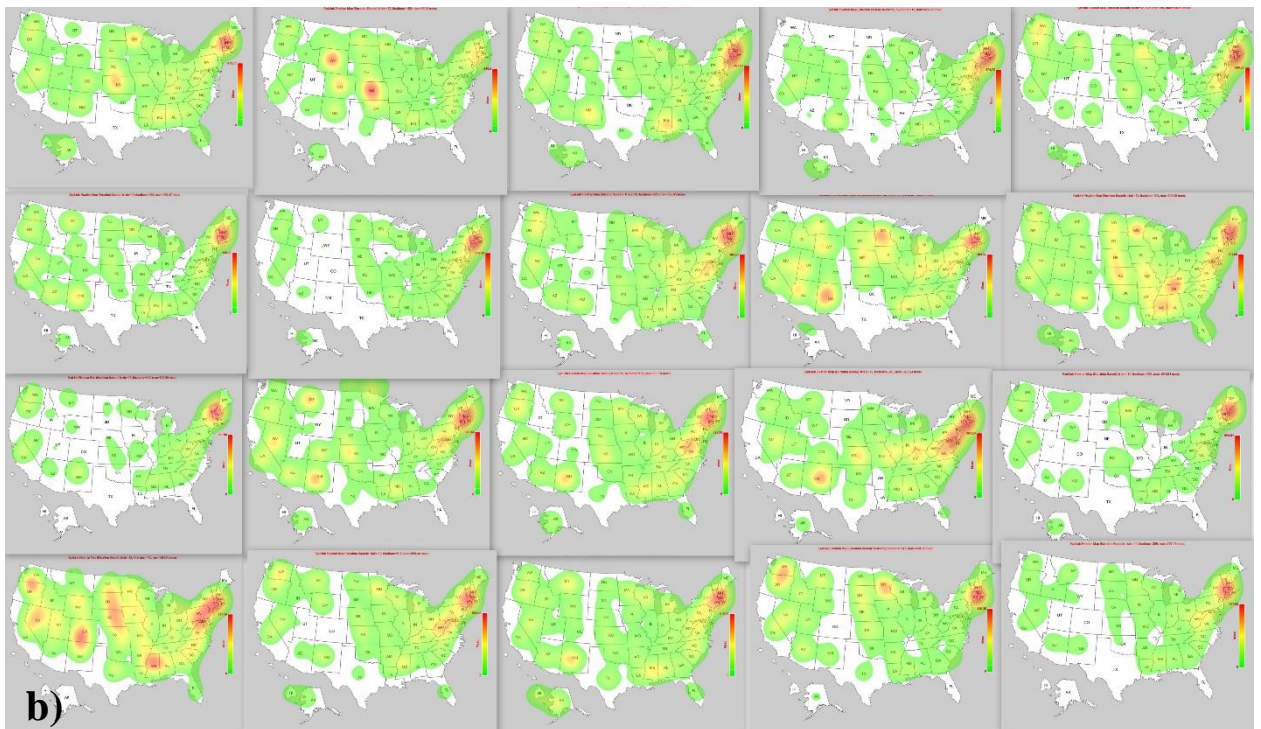
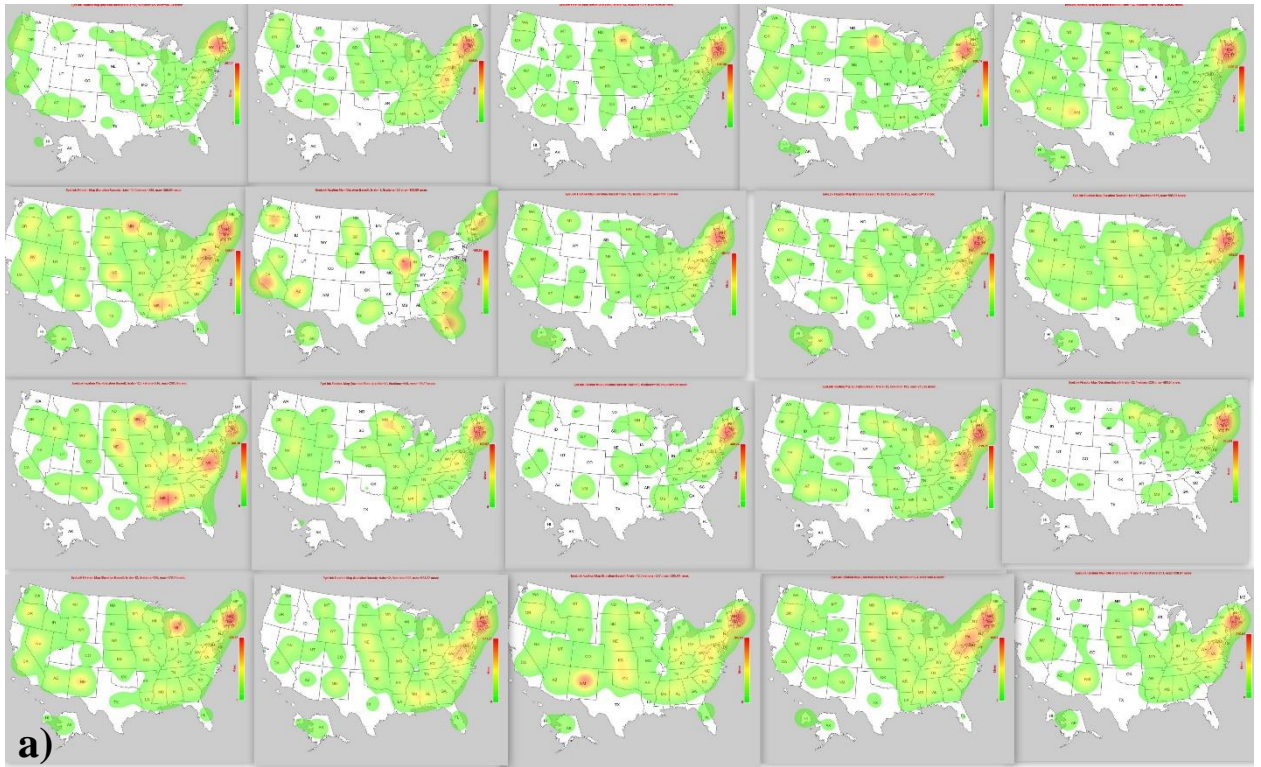
6 pav. Tiriamųjų trajektorijų ilgių duomenys „Excel“ aplinkoje



7 pav. a) Turinčių kartografinį išsilavinimą b) Neturinčių kartografinio išsilavinimo tiriamųjų *heatmap* 'ai etaloninių spalvų žemėlapyje



8 pav. a) Turinčių kartografinį išsilavinimą b) Neturinčių kartografinio išsilavinimo tiriamųjų *heatmap* 'ai neetaloninių spalvų žemėlapyje



9 pav. a) Turinčių kartografinį išsilavinimą b) Neturinčių kartografinio išsilavinimo tiriamųjų *heatmap* 'ai baziniame bespalviame žemėlapyje

**2 lentelė.** Kartografulių klaidų skaičius žemėlapiuose

Dalyvis	Etaloninių spalvų žemėlapyje	Neetaloninių spalvų žemėlapyje	Bespalviame žemėlapyje
K1	0	0	0
K2	0	1	1
K3	1	0	1
K4	0	1	0
K5	2	1	0
K6	1	0	0
K7	0	1	0
K8	1	0	0
K9	1	1	0
K10	0	0	1
K11	1	1	0
K12	0	0	1
K13	1	1	1
K14	0	0	0
K15	1	0	0
K16	2	0	1
K17	1	0	0
K18	0	1	0
K19	0	0	0
K20	1	2	0
Iš viso klaidingų atsakymų (vnt.)	13	11	6

**3 lentelė.** Ne kartografų klaidų skaičius žemėlapiuose

Dalyvis	Etaloninių spalvų žemėlapyje	Neetaloninių spalvų žemėlapyje	Bespalviame žemėlapyje
T1	2	1	2
T2	2	2	0
T3	0	1	2
T4	0	1	1
T5	0	2	1
T6	0	0	0
T7	2	0	1
T8	1	0	1
T9	1	1	1
T10	0	0	0
T11	1	0	0
T12	1	0	0
T13	1	0	2
T14	0	1	0
T15	1	0	0
T16	1	1	0
T17	0	0	1
T18	0	2	2
T19	3	0	1
T20	0	0	0
Iš viso klaidingų atsakymų (vnt.)	16	12	15

**Vaida Petrauskaitė**

## **Spalvinio kartografinio vaizdo suvokimo analizė**

### **Santrauka**

Kartografiniai tyrimai, susiję su žemėlapių suvokimu, pasaulyje atliekami nuolat, jais siekiama išsiaiškinti kaip vartotojas suvokia žemėlapius. Kartografinių spalvų suvokimo tyrimų dėka galima optimizuoti žemėlapių kūrimą. Tinkamas spalvų parinkimas žemėlapyje gali palengvinti jo suvokimą ir objektų identifikavimą, tai darosi ypač aktualu populiarėjant skaitmeniniams žemėlapiams. Tą pasiekti galima kartografiniuose tyrimuose pritaikant akių sekimo įrangą - „EyeLink 1000 Desktop Mount“.

Šiame darbe aprašoma kartografinio vaizdo suvokimo tyrimas, kuriam buvo naudojama akies sekimo įranga. Šio darbo tikslas – įvertinti įvairiaspalviškumo įtaką kartografinio vaizdo suvokimui ir tokiu būdu prisidėti prie skaitmeninių žemėlapių optimizavimo. Darbą sudaro: įvadas, trys dalys, išvados, literatūros sąrašas, santrauka lietuvių ir anglų kalbomis bei priedai.

Teorinėje darbo dalyje apžvelgta spalvų samprata, tyrimai atliekami su spalvomis. Taip pat aptarti kartografiniai tyrimai naudojant akies sekimo technologiją. Tyrimo metodika sukurta remiantis išanalizuota literatūra ir prieš tai atliktais tyrimais. Eksperimento metu naudojamos unikalios užduotys ir specialiai tam sukurti žemėlapiai (etaloninių ir neetaloninių spalvų, bespalvis). Buvo ištirta 40 asmenų, 20 jų turėjo kartografinį išsilavinimą, 20 - neturėjo.

Atlikus tyrimą paaiškėjo, kad netradicinių spalvų žemėlapiuose informacija buvo greičiau ir lengviau suvokiama. Tyrimas parodė, kad kuriant skaitmeninių žemėlapių interaktyvumą turėtų būti galimybė naudotojams pasirinkti spalvas, taip pat turėtų būti leidžiama daugiau padidinti tas teritorijas, kuriose didesnė informacijos koncentracija.

Atsižvelgiant į gautus rezultatus galima optimizuoti skaitmeninių žemėlapių kūrimą. Taip pat akies sekimo technologiją pritaikyti tolimesniems kartografiniams tyrimams.

**Raktiniai žodžiai:** žemėlapių suvokimas, akių sekimo įrenginys, spalvų suvokimas, kartografiniai tyrimai.



**Vaida Petrauskaitė**

## **Color image perception analysis in cartography**

### **Summary**

Maps perception research in the world on an ongoing basis, their aim to find out how the user perceives maps. Cartographic studies of color perception allows to optimize the mapping. Suitable selection of colors on the map makes the perception and object identification. This is becoming important because digital maps usage increase. For this reason it is important to use eye tracking equipment.

This master work describes the cartographic study of visual perception, which was used the eye tracking device. The main aim of the final magister paper is to assess the color impact in cartographic visual perception and contribute to the optimization of digital maps. The work consists of introduction, three chapters, conclusions, suggestions and bibliography, summary in Lithuanian and English languages, and appendixes.

Theoretical overview of the work consists of the concept of color, studies related to colors. Also discussed cartographic research using eye tracking technology. Methodology developed based on the analysis of literature and previous studies. During the experiment was used a unique combination of tasks and a specially-created maps. 40 people has been researched, 20 of them had cartographic education, 20 – have not.

The experiment showed that non-traditional colors of map has been understood faster and more easily. The study disclosed that in digital maps should be possible for users to choose the colors, it should also be allowed to increase areas with a lot of information. In the conclusion, research results can help optimized digital mapping. Also eye tracking technology should be used in cartographic research.

**Keywords:** Map perception, cartographic research, eye tracking device, color perception.