

Kartografija

Cartography

Spalvø suvokimo ir atkûrimo tyrimas kartografiniame dizaine

Artûras Bautrénas, Marytë Dumbliauskienė

Vilniaus universitetas

El. paštas: arturas.bautrenas@gf.vu.lt; El. paštas: maryte.dumbliauskienė@gf.vu.lt

ÁVADAS

Spalvø problema visada buvo ir liks itin aktuali kiek-vienam, kas vienaip ar kitaip jas naudoja savo profesinёje veikloje. Akivaizdu, kad pats spalvos feno-menas nёra toks paprastas: tame slypi ir objektyvusis pradmuo – viesa ir subjektyvusis – regёjimas. Todёl net ir pati elementariausia informacija apie spalvas remiasi daugelio mokslø – optikos, matematikos, fizioligijos, psychologijos – þiniomis ir kitais moksli-niais tyrimais. Jei á spalvas paþvelgsime platesne pras-me, tai turësime gerokai papildyti jomis besidomin-eiø mokslø ratà, nes èia paminëtina filosofija, estetika, semiotika, meno teorija ir istorija, etnografija, filologija, archeologija ir kt.

Savo ruoþtu mokslas apie spalvas naudojamas ávai-riose materialinës gamybos sferose, visose meno šakose. Sunku bûtø ávardyti þmoniø veiklos sritá, neturinèià jokio ryðio su spalva.

Spalva yra ir svarbiausia bei pagrindinë **kartografinio dizaino** (estetinio þemëlapiø apipavidalinimo) priemonë. iuolaikinis þemëlapis – itin didelio kiekio informacijos kaupiklis ir perdaþejas. Tad kartografas privalo iðmanyti apie spalvas, kad panaudodamas kartografinës semiotikos ir dizaino principus bei dësnius sutartiniais þenklaus galëtø perteikti informacijà, kuri bûtø greitai ir lengvai suvokiama, ásimenama (Dumbliauskienë, 2002).

Taèiau bûdama labai svarbi kartografiniam dizainui, spalva bei jos panaudojimas yra kartu ir sudëtinga problema, sakytume – amþinas „galvos skausmas“, nes èia spalva naudojama tiek gryna sutartine

(konvencine), tiek simboline prasme. Suprantama, tai-kant kompiuterines technologijas ir labai didelis (at-skirais atvejais net 100 ir daugiau) spalvø kiekis, jo sukûrimas teminiam þemëlapiui dideliø sunkumø ne-sudaro, taèiau skaitant þemëlapyje pateiktà informa-cijà iðkyla spalvø suvokimo, jo atpaþinimo (skyrimo) bei ásiminimo problema.

Pajymëtina, kad Lietuvoje (beje, uþsienyje taip pat) ði kartografinio dizaino – palyginti jaunos kartografiros mokslo ðakos – sritis maþai nagrinëta. Ávai-riais aspektais spalvoms dëmesio yra skyræ VU kartografi: A. Bautrénas, analizuodamas kompiuteriniø programø taikymà kartografijoje bei nagrinëdamas taktoliniø þemëlapiø sudarymo ypatumus (Bautrénas, 2002; 2004; 2005), M. Dumbliauskienë, atlikdama te-miniø þemëlapiø komunikacinës kokybës analizë (Dumbliauskienë, 2000; 2002), J. D. Budrevièius, ty-ras spalvø harmonijos problemas teminëje kartogra-fijoje (Budrevièius, 2005).

Atsiþvelgdami á tai, kad spalvø panaudojimas, jo suvokimas bei atkûrimas itin aktuali kartografiniam dizainui problema, VU geografai bei kartografiai pra-déjo ðios srities tyrimus. Pradiniø darbø tikslas – áver-tinti A. Bautrénas (Bautrénas, 2005) sukurto kom-piuterinës programos TC tinkamumà testuoti spalvø suvokimà bei atkûrimà, numatyti tolesniø tyrimø ei-gà. Tikslui pasiekti keliami ðie uþdaviniai: 1) parinkti testavimui spalvas, 2) nustatyti kiekvienos spalvos ko-ordinaðiø nesutapimus (klaidas) bei sugaiðtà spalvø atkûrimui laikà, 3) iðanalizuoti testuojamø spalvø in-tensyvumo (sodrumo, grynumo) klaidø ryðá su sugaiðtu laiku ir regëjimo aðtrumu.

SPALVA KARTOGRAFINIAME DIZAINE

Spalvos panaudojimas sudarant ir redaguojant kartografinā darbā neiðvengiama bûtinybē. Jos īemelāja atlieka labai daug funkcijø (Vostakova ir kt., 2002; Berliant, 2002; 2003):

- palengvina kartografuojamø objektø iðskyrimā,
- perteikia kiekybinius ir kokybinius skirtumus, reiðkinio kaitā,
- padeda greièiau suvokti erdvinius derinius, reiðkiniø tarpusavio ryðius ir pavaldumā,
- didina īemelapiø informatyvumā bei praturtiną turinā,
- gerina īemelapiø skaitomumā ir vaizdumā (efektyvina komunikacijā),
- graþina kartografinā darbā (kûrinā), estetiniu poþiuriu daro já patrauklø.

Tam, kad spalvos taisyklingai ir moksliðkai pagrás-tai bûtø panaudotos kartografiniuose darbuose, bûti-na (tikslinga) jas iðanalizuoti trimis aspektais: 1) fiziki-ni – energijos spinduliuavimas; 2) fiziologiniu – spindulinës energijos poveikis regos organams; regos organø dirginimas; 3) psichologiniu – spalvos suvoki-mas. Visais ðiais poþiuriais iðsamiausiai spalvas nag-rinëja mokslo ðaka – *spalvotyra* (dar vartojoamas ir *spalvininkystës* terminas). Kartografiniame dizaine svarbu iðmanyti spalvø sistematikà (klasifikacijā), jø charakteristikas, iðgavimo bûdus, suvokimo procesā.

Spalvø sistematika ir klasifikacija. Nuo seniausio laikø þmonës bandë suvokti spalvø prigimtā savybes ir jø poveiká, kûrë ávairias spalvø sistemas, taèiau sistematikos pagrindu tapo I. Niutono (1643–1727) *spek-triné spalvø sistema* (teoriniai atradimai šviesos fizikos srityje; baltos ðviesos spektrà sudaro 7 spalvos: violetinë, melyna, þydra, þalia, geltona, oranþinë, raudona). Dabartinëje spalvø sistematikoje bei kiekybinejë iðraiðkoje naudojami du bûdai: 1) sudaromi spalvø etalonai, 2) kolorimetrinis (skaièiuojamasis);

Spalvø etalonai daþniausiai skelbiami spalvø atl-suose; jie pasiþymi paprastumu, vaizdumu, spalvos vertinimui nereikia naudoti prietaisø ir atlikti skai-èiavimø. Kolorimetrinis bûdas grindþiamas kiekybine trispalviø koordinaðiø iðraiðka, kolorimetrija spalvas matuoja skaièiø sistemomis (Mironova, 1984; Vosta-kova ir kt., 2002; Vaitkevièius, 2002; Gauðienë, 2003).

Pagal psichofiziologiná poveiká spalvos gali bûti skirstomas á ðiltas (geltona, oranþinë, raudona) ir šal-tas (violetinë, melyna, þalia; beje, þalia spalva gali bûti ir þalta, ir ðilta – tai priklauso nuo jos sudëtiniø daliø), artëjanèias (ðviesos spalvos) ir tolstanèias (tamsios spalvos), sunkias ir lengvas ir pan. (Gudu-vièienë, 1988; Gauðienë, 2003). Be to, visas spalvas galima skirstyti á dvi didelës grupes: achromatinës (balta, juoda ir pilka su visais atspalviais; spalvø spek-tre ðiø spalvø néra; jos gaunamos subtraktyviu mai-ðymu), chromatines (spektre esanèios spalvos ir visos kitos spalvos; jos gaunamos ir subtraktyviu, ir adity-viu maiþymu).

Kartografiniame dizaine ypaè daþnai spalvø skalës sudaromos remiantis spektrine spalvø eile, spalvø ðili-los ar ðaleio savybëmis (teigiamiems, neigiamiems reiðkiniams kartografuoti), taikant artëjimo ar nutoli-mo áspûdá (daugiplanis vaizdavimo bûdas). Spalvinèje īemelapiø raiðkoje naudojamos ir svarbiausios **spalvø charakteristikos** (Mironova, 1984; Gudavièienë, 1988; Gere, 1997; Vaitkevièius, 2002; Gauðienë, 2003).

- *Spalvos tonas* – poþymis, pagal kurá tam tikro ilgio elektromagnetinës bangos ilgio ðviesa priskiria-ma tam tikrai spalvai, arba ypatybë, pagal kurià ga-lima konkreèià spalvà prilyginti vienai ið spektro spalvø (raudona, þalia, melyna ir kt.). Monochromijos atveju jis iðreiðkiamas bangos ilgiu. Spektre þmogaus akis atskiria daugiau nei 7 spalvinius tonus. Bangos ilgis yra objektyviai iðmatuojamas dydis, o spalvos tonas yra regëjimo suvokimo savybë, t. y. subjektyvi bangos ilgio regëjimo charakteristika.

- *Šviesumas (ðviesis)* – tai spalvos savybë, kuri leidþia konkreèià spalvà prilyginti pagal ðviesumà vie-nai ið achromatiniø spalvø (tai spalvos skirtumas ly-ginant jà su juoda spalva). Kadangi spalvos ðviesumà yra gana sudëtinga nustatyti, yra taikoma kita jà at-tinkanti charakteristika – *santykinis (salyginis) ryšku-mas*. Tai – krintanèios á daikto pavirðio ir nuo jo atsispindinèios ðviesos kiekis, apskaièiuotas vienam pa-virðiaus vienetui. ðviesumas yra bendra visø spalvø savybë. Achromatinës spalvos skiriarsi tarp savæs tik ðviesumu. Paèios spalvos ðviesumo (ryðkumo) skirtumi nekeièia sampratos apie paèià spalvà.

- *Sodrumas (sodris, grynumas)* – spalvos intensy-vumas. Jis rodo achromatinës spalvos priemaiðà chro-matinëje spalvoje (chromatinës spalvos ir vienodos pagal ðviesumà achromatinës spalvos skirtumas). Tai – spalvø regëjimo savybë, leidþianti ávertinti gry-nos spektro spalvos kieká bendrame spalvos suvoki-me. Kuo aiðkiau iðsiskiria spalvos tonas, tuo spalva sodresnë (intensyvesnë). Maþiausio sodrumo yra gel-tona spalva, sodriausios spalvos yra spektro galuose.

Estetiðkai apipavidalinant teminius īemelapius be-veik kiekviename taikomos visos spalvø savybës – tai kartografo dizainerio „kasdieninë duona“ (kiekybinës bei kokybinës pereinamumo raiðkos pateikimas, tak-sonominiø ryðiø, kaitos pavaizdavimas ir pan.).

Spalvø suvokimas. Spalva yra fiziologinis reiðki-nys: daiktus þmonës mato todël, kad juos pasiekusi ðviesa iðsisklaido ir, kridama á tinklainæ, sukelia ner-vinius impulsus. Spalva – tai á tinklainæ krintanèios ðviesos áspûdis, ji atsiranda tik suvokimo dëka (Vaitkevièius, 2002; Gauðienë, 2003). Nustatyta, kad þmo-gaus akies tinklainëje esanèiø fotoreceptoriø jautru-mas matomo ðviesos spektro dalims yra skirtinges. Akies tinklainës kûgeliai turi melynos, þalios, raudo-nos spalvos fotopigmentø. Didþiausias akies jautru-mas – þaliai ðviesai, kiek maþesnis – raudonai ir më-lynai (akyje ðviesos impulsai paverëiami nerviniais im-pulsais, kurie regos nervu sklinda á analizavimo cen-trus; juose ðviesos impulsai suvokiami, atpaþastami,

lyginami su kitais daiktais, ásimenami (Dþad, 1978; Vaitkeviëius, 2002; Bautrénas, 2002, 2004).

Raudona, þalia, melyna laikomos pagrindinëmis spalvomis. Taigi kompiuterinëse programose taikomas RGB spalvø modelis remiasi fiziologinës optikos mokslo principais, trispalve þmogaus regëjimo prigimtimi.

Spalvø maiðymas. Spalvø ir atspalvio gausumà galima gauti ið 3-4 spalvø. Yra skiriami du skirtini spalvø maiðymo bûdai (Gudaviëienë, 1988; Vostakova ir kt., 2002; Gauðienë, 2003):

1) *sudëtinis*, arba *adityvus* (ið lot. – pridëtinis, gau-namas sudëties bûdu), – tai toks spalvø maiðymas, kai vienaip ar kitaip yra maiðomi spalvoti ðviesos srautai,

2) *skirtuminis*, arba *subtraktivus*, – procesas, vyks-tantis ðviesos sâlytyje su materialiu kûnu (filtru), kai eidami pro materialius kûnus (filtrus) spalvotos ðvie-sos pluoðtai yra iðskaidomi.

Èia reikëtø pastebëti, kad jau XIX a. viduryje buvo árodyta, kad, sumaiðius tø paèio spalvø ðviesos spindulius ir tø paèio spalvø daþus (tapyboje ar kt.), gaunami skirtini rezultatai (pvz., tapyboje sumaiðius geltonà su melyna gaunama þalia spalva, raudonos ir geltonos miðinys lemia oranþinæ, o raudonos ir mëlynos – violetinæ spalvæ).

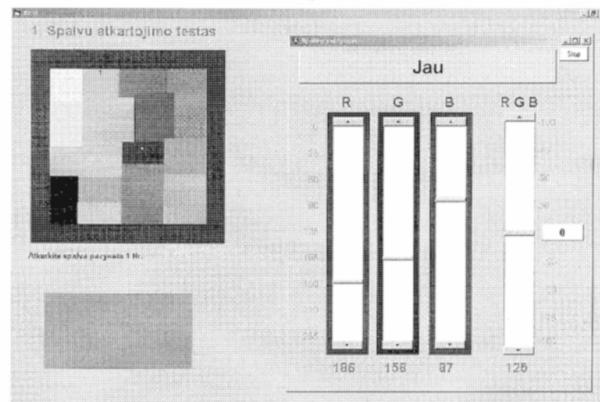
Kartografiijoje taikant kompiuterines technologijas daþniausiai naudojami ðie spalvø modeliai: RGB (raudona, þalia, melyna; sudëtinis (adityvus) maiðymo bûdas), CMY (þydra, purpurinë, geltona spalvos; skirtuminis (subtraktivus) maiðymo bûdas), CMYK (þydra, purpurinë, geltona, juoda; skirtuminis (subtraktivus) maiðymo bûdas). Naudojami ir HSB, HSL, LAB spalvø modeliai.

TYRIMO METODIKA

Kaip jau minëta, kiekvieno þmogaus spalvinis maty-mas yra subjektyvus, todël supinoti, kaip kiekvienas þmogus mato spalvas, yra gana sunku. Be specialio medicininiø tyrimø (Petrovskij, 1990; Schaschlov, 1995; <http://www.lass.lt/lass.html>; <http://www.mentalhealh.com>), daþniausiai pastebimi tik itin ryðkûs spalvinio matymo sutrikimai. Tam, kad visgi bûtø galima (neatliekant specialio medicininiø tyrimø) ávertinti, kaip þmogus mato ir suvokia spalvas, esanëias tarp kitø spalvø (pvz., teminiame þemëlapyje), buvo atlik-tas eksperimentas pagal ðia metodikà.

Nedidelei grupei tiriamojø (percipientø grupæ sudarë penkiolika Gamtos mokslo fakulteto studentø) buvo pa-teiktas ávairaus dydþio spalvotø arealø rinkinys (1 pav.). Tarp ðio arealø atsitiktine tvarka buvo áterptos testavimui parinktos keturios spalvos, kurios, remiantis VU Kartografijos centro daugiamete teminiø þemëlapiø sudarymo (kompiuterine technologija) ir redagavimo patirtimi, buvo pripapintos kaip daþniausiai pastaruoju metu nau-dojamos kartografiniame dizaine. Tai bûtø:

a) gelsvai rusva, smëlinë (semantiðkai perteikianti ryðá su þemës objektais ir reiðkiniais, parodanti tei-



1 pav. Spalvø atkûrimo testavimo langas

Fig. 1. Colour reproduction testing window

giamus procesus socialinëje-ekonominëje sferoje); teste þymima 1 spalva;

b) vidutinio ðviesumo þalia (su kraðtovaizdþiu, ávai-riais procesais þemëje bei þmogaus úkine veikla su-sijusi simbolika; spalva naudojama pereinamumo raið-kai perteikti tiek gamtinëje, tiek socialinëje sferose); teste þymima 2 spalva;

c) vidutinio ðviesumo melyna (nusakanti þymimo-jo ryðá su vandeniu, oru; iðreiðkianti neigiamus pro-cessus visuomenëje); teste þymima 3 spalva;

d) ðviesai þalia (naudojama panaðiems dalykams kartografiðkai perteikti kaip ir jau ávardyta vidutinio ðviesumo þalia spalva); teste þymima 4 spalva;

Ðias spalvas kiekvienas tiriamasis (percipientas) tu-rejo atkurti ið eilës. Gauti spalvø nesutapimai leidþia ávertinti kiekvieno tiriamojo spalviná matymà, taip pat suþinoti, kaip ðios konkrebëios spalvos matomos bei suvokiama.

Šiam tyrimui buvo panaudota kompiuterinë pro-grama „TC“ (Bautrénas, 2005). Kadangi ði programa skirta silpnaregiø ar kokià kità regëjimo negalià turinèio þmoniø testavimui, tai ðiam eksperimentui ji buvo perprogramuota (Siler, Spotts, 2000):

1. Vietoje trijø galimø testø paliktas tik „Spalvø atkûrimo“ testas (1 pav.).

2. Sukurtas papildomas programinis modulis re-gëjimo aðtrumui (V%) ávertinti. Ðio modulio dëka kiekvienas testuojamasis ávertindavo savo regëjimà – bandyta nustatyti, ar nedideli regëjimo sutrikimai tu-ri átakos spalvø matymui.

3. Spalvø vertinimo galimybës praplëstos laiko funkcijs, t. y. papildomai fiksuojamas spalvos atkûrimi sugaiðtas laikas. Þinant sugaiðtâ laikâ, galima ávertinti, ar sâþiningai atliktas testas.

Visus pakeitimus kompiuterinëje programoje TC atliko jos autorius A. Bautrénas.

TYRIMO REZULTATAI

Visos tyrimui naudotos spalvos sukurtos naudojant RGB spalvø modelá. Ðiame spalvø modelyje kiekviena ið trijø pagrindiniø spalvø turi po 256 atspalvius

(dar vadinamus spalvos koordinatėmis) (Vostokova ir kt., 2002), todėl nesunku palyginti originalią ir atkurtą spalvą.

Kompiuterinė programa TC pagal testavimo metu sukauptus duomenis atlieka tik pirminį spalvų palyginimą, o gautos rezultatus automatiškai eksportuoja į „Microsoft Excel“ programą, todėl visi tolimesni skaičiavimai ir jų grafinis apdorojimas atliktas šia programa.

Pirminis spalvų palyginimas atliktas pagal formules:

$$\begin{aligned}\Delta R &= R - R_1; \Delta G = G - G_1; \Delta B = B - B_1; \\ T &= T_2 - T_1;\end{aligned}\quad (1)$$

čia R, G, B – testuojamos spalvos koordinatės; R_1 , G_1 , B_1 – atkurtos spalvos koordinatės; ΔR , ΔG , ΔB – spalvų nesutapimas (atspalviai – spalvos koordinatėmis); T – spalvos atkūrimui sugaižtas laikas (sek.); T_1 – spalvos atkūrimo pradžia; T_2 – spalvos atkūrimo pabaiga. Šio skaičiavimo rezultatai pateikti 1 lentelėje.

Kad būtų akivaizdžiau, atliktas rezultatų grafinės tarpusavio priklausomybės palyginimas:

1. Palyginti kiekvienos spalvos spalvinių koordinatės (atspalvių) nesutapimai (2 pav.).
2. Palygintos raudonos (R), žalios (G) ir mėlynos (B) spalvos koordinatės (3 pav.).
3. Palygintas kiekvienos spalvos atkūrimui sugaižtas laikas (4 pav.)
4. Palyginta spalvų intensyvumo klaidos priklausomybė nuo spalvų atkūrimo laiko ir regėjimo aštumo (5 pav.).

Norėdami šio tyrimo rezultatus palyginti su tiriamoji regėjimo aštumu, spalvas turėtume ávertinti pagal spalvos koordinatės intensyvumą. Spalvos koordinatės intensyvumas dažniausiai suvokiamas kaip spalvos stiprumas (sodrumas), t. y., ar atkuriama spalva

yra ryžkesnė ar blyžkesnė nei suvokiamą „etaloninę“. Spalvos koordinatės intensyvumas apskaičiuojamas pagal formulę (Bautrėnas, 2002):

$$S_o = rR + gG + bB; \quad (2)$$

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

Spalvos intensyvumo koordinatės skaičiuojamos pagal formules:

$$r = \frac{R}{R + G + B}; g = \frac{G}{R + G + B}; b = \frac{B}{R + G + B}; \quad (3)$$

čia R – raudonos spalvos koordinatė, G – žalios spalvos koordinatė, B – mėlynos spalvos koordinatė. Pagal (2) ir (3) formules apskaičiuavę kiekvienos etaloninės spalvos koordinatės intensyvumą (S_o) ir kiekvienu atkurtą spalvą (S), galime apskaičiuoti jų nesutapimus (DS):

$$\Delta S = S - S_o. \quad (4)$$

Skaičiavimų rezultatai pateikti 2 lentelėje, o jų tarpusavio grafinė priklausomybė pavaizduota 5 paveikslyje.

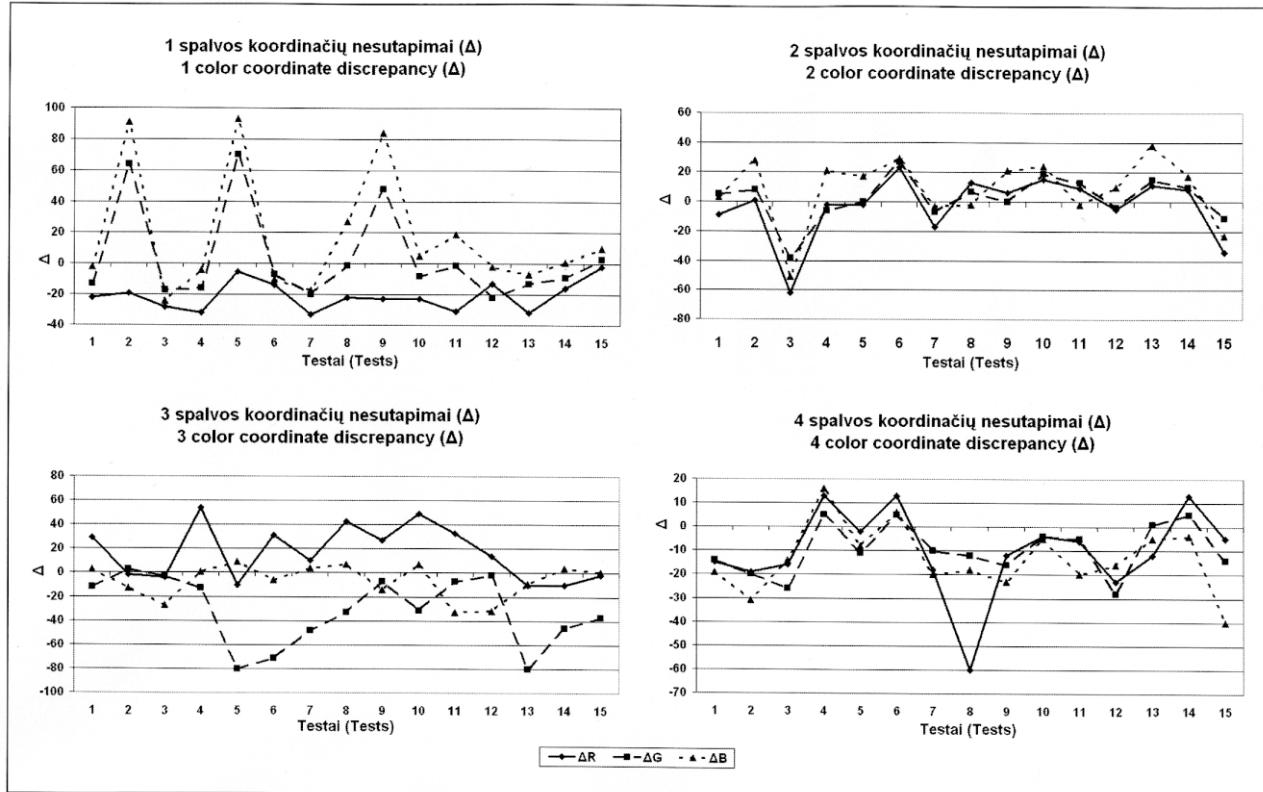
Akivaizdu, kad gauti duomeni yra per mažai toli siekiantiesi apibendrinimams ar konkretiems iðvadoms, bet jų uþtenka, kad būtų pastebetos pradinės spalvų atpaþinimo tendencijos ir numatyta tolimesnė tyrimo eiga. Remdamiesi gautais rezultatais galime padaryti šiuos apibendrinimus:

- Kadangi visi testuojamieji kiekvienai spalvai atkurti sugaiðo maþdaug tiek pat laiko, neskaitant

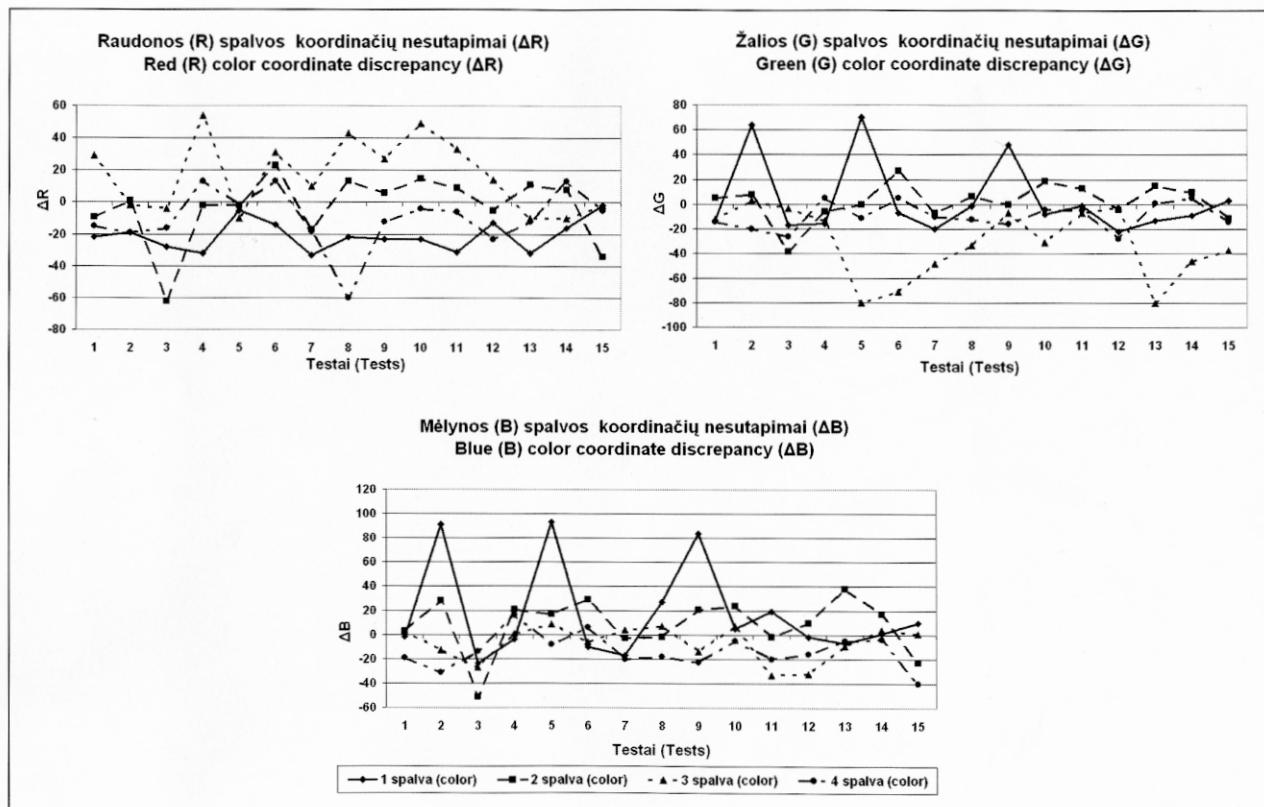
1 lentelė. Spalvų koordinatės nesutapimai ir spalvų atkūrimo laikas atliktuose testuose

Table 1. Discord of colour coordinates and colour reproduction time in the tests

Nr.	1 spalva (color)				2 spalva (color)				3 spalva (color)				4 spalva (color)			
	ΔR	ΔG	ΔB	T(s)	ΔR	ΔG	ΔB	T(s)	ΔR	ΔG	ΔB	T(s)	ΔR	ΔG	ΔB	T(s)
1	-22	-13	-2	86	-9	5	3	63	29	-12	3	77	-15	-14	-19	52
2	-19	64	91	59	1	8	28	72	-2	3	-13	22	-19	-20	-31	53
3	-28	-17	-24	137	-62	-38	-51	55	-4	-3	-27	59	-16	-26	-14	83
4	-32	-16	-4	163	-2	-6	21	99	54	-13	1	41	13	5	16	60
5	-5	70	93	70	-2	0	17	103	-10	-80	9	99	-2	-11	-8	32
6	-14	-7	-10	89	23	27	29	47	31	-71	-6	66	13	5	6	22
7	-33	-20	-17	108	-17	-7	-3	65	10	-48	4	48	-18	-10	-20	58
8	-22	-1	27	52	13	7	-2	24	43	-33	7	39	-60	-12	-18	61
9	-23	48	84	117	6	0	21	55	27	-7	-14	70	-12	-16	-23	109
10	-23	-8	5	139	15	19	24	254	49	-31	7	86	-4	-4	-5	38
11	-31	-1	19	120	9	13	-2	38	33	-7	-33	57	-6	-5	-20	32
12	-13	-22	-2	126	-5	-4	10	51	14	-2	-32	92	-23	-28	-16	41
13	-32	-13	-7	82	11	15	38	152	-10	-80	-9	59	-12	1	-5	23
14	-16	-9	1	62	8	10	17	20	-10	-46	4	65	13	5	-4	65
15	-2	3	10	173	-34	-11	-23	126	-2	-37	1	49	-5	-14	-40	53



2 pav. Kiekvienos testuotos spalvos koordinaciø nesutapimai
Fig. 2. Discord of colour coordinates for each colour tested



3 pav. Spalvø koordinaciø nesutapimai atlikuose testuose
Fig. 3. Discord of colour coordinates in the tests

10 testo (4 pav., 3 spalva), kuriam sugaiðta daug daugiau, galime teigti, kad testuojamieji sàþiningai bandë atkurti spalvas taip, kaip jas matë. Atkuriant pirmà spalvà sugaiðta daugiau laiko nei kitoms spalvoms, bet tai galima paaiðkinti tuo, kad testuojamieji

turëjo apsiprasti su kompiuterinës programos valdymu.

- Lyginant kiekvienos testuotos spalvos koordinatës nesutapimus galima pastebëti, kad didþiausios paklaidos susijusios su 1 ir 3 spalvomis (4 pav., 1, 3 spalvos). Tai reikðtø, kad jos yra gana sunkiai suvokiamos ir jø spalvinës koordinates reikëtø koreguoti.

- Lyginant kiekvienos spalvinës koordinatës nesutapimus galima teigti, kad sunkiausiai atkuriama raudonos spalvos koordinatë (5 pav., R koordinatë) – atpapinimo intervalas kinta nuo -60 iki +60. Kitos spalvinës koordinatës atpaþintos maþdaug vienodai, neskaitant 2, 5 ir 9 testø, nes jø rezultatai þenkliai skiriasi nuo bendro vidurkio (5 pav., G ir B koordinatës). Galima átarti (4 pav., 1 spalva; 5 pav., G ir B koordinatës), kad die testuojamieji (2, 5 ir 9) turi þalios (deiteranopijos) ir mëlynos spalvos (tritanopijos) matymo problemø (Petrovskij, 1990; Bautrénas, 2002, 2004). Jiems reikëtø atlkti papildomus tyrimus.

- Lyginant spalvos atkûrimo klaidas su testuojamajo regëjimo aðtrumu, kol kas negalima teigti, kad spalvos suvokimas tiesiogiai priklauso nuo regëjimo aðtrumo (5 pav.), tuo tarpu spalvos parinkimui sugaiðtå laikà tiesiogiai nulemia regëjimo aðtrumas (5 pav., 1, 3 ir 4 spalvos).

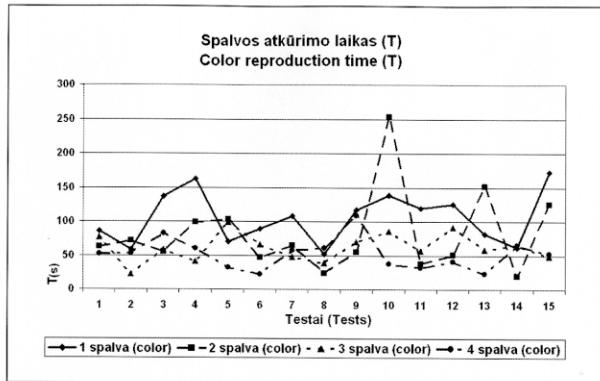
IŠVADOS

1. Tyrimas parodë, kad siûloma spalvø suvokimo ir atkûrimo testavimo metodika yra labai paprassta ir lengvai pritaikoma, o panauðojus kompiuterinæ programà TC ji atliekama ne tik greitai, bet ir pakankamai tiksliai.

2. Eksperimento rezultatø paraginamoji analizë 4 pjûviais (aspektais) leidþia spræsti apie testuojamøjø spalvø suvokimo bei atkûrimo sunkumus. Tuo remiantis galima koreguoti tiek projektuojamo þemëlapio spalvos tonà, tiek jos intensyvumà (sodrumà), kartu gerinti viso þemëlapio komunikacinià kokybæ.

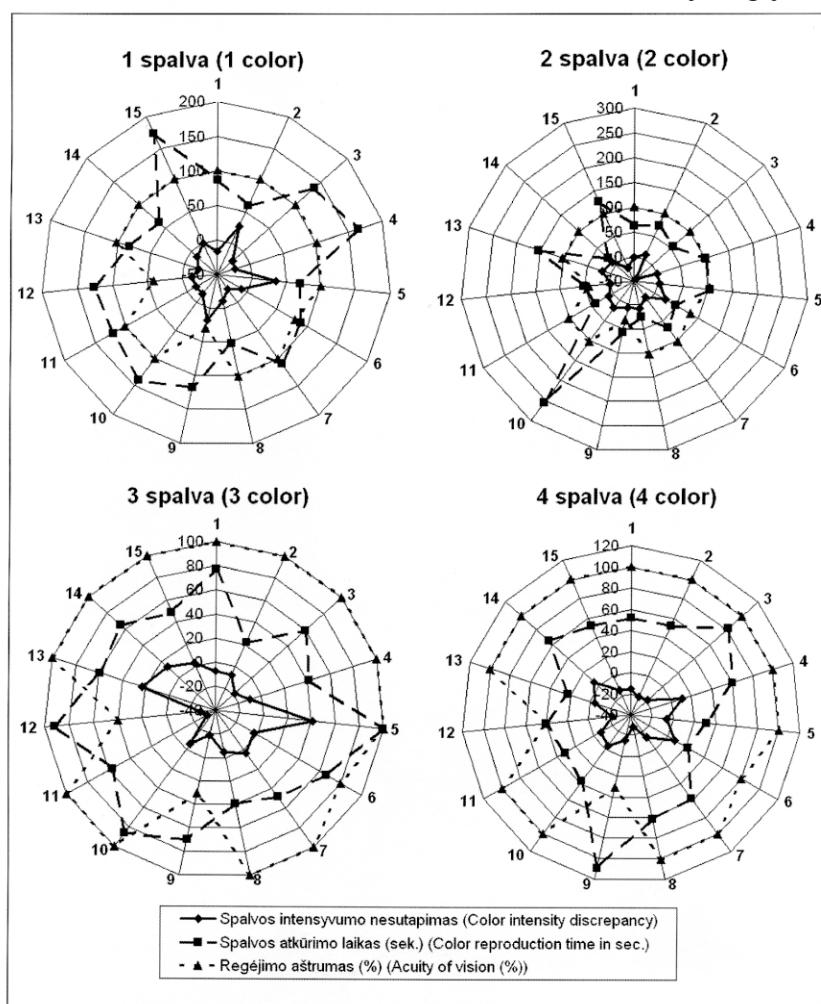
3. Norint tiksliesniø apibendrinimø, spalviniø koordinatës skirtumus reikëtø vertinti su 2% paklaida, t. y., jei nesutapimas nevirðija 2% maksimalios spalvinës koordinatës reikðmës, já reikëtø prilyginti nuliui.

4. Spalvø suvokimo efektyvumas labai priklauso nuo þemëlapio informacinës apkrovos, todël



4 pav. Spalvø atkûrimo laikas

Fig. 4. Colour reproduction time



5 pav. Spalvø intensyvumo klaidø priklausomybë nuo spalvø atkûrimo laiko ir regëjimo aðtrumo

Fig. 5. Dependence of colour intensity mistakes on colour reproduction time and acuity of vision

2 lentelë. Spalvø intensyvumo klaidø priklausomybë nuo spalvø atkûrimo laiko ir regëjimo aðtrumo

Table 2. Dependence of colour intensity mistakes on colour reproduction time and acuity of vision

Nr.	1 spalvas (1 color) S _o = 196				2 spalva (2 color) S _o = 192				3 spalva (3 color) S _o = 129				4 spalva (4 color) S _o = 230			
	S	ΔS	V (%)	T(s)	S	ΔS	V (%)	T(s)	S	ΔS	V (%)	T(s)	S	ΔS	V (%)	T(s)
1	180	-16	100	86	191	-1	100	63	122	-7	100	77	215	-15	100	52
2	222	26	100	59	200	8	100	72	121	-8	100	22	209	-21	100	53
3	175	-21	100	137	148	-44	100	55	110	-19	100	59	211	-19	100	83
4	173	-23	100	163	191	-1	100	99	119	-10	100	41	241	11	100	60
5	230	34	100	70	193	1	100	103	170	41	100	99	224	-6	100	32
6	186	-10	80	89	216	24	80	47	126	-3	80	66	239	9	80	22
7	171	-25	100	108	182	-10	100	65	132	3	100	48	216	-14	100	58
8	186	-10	100	52	199	7	100	24	124	-5	100	39	202	-28	100	61
9	213	17	30	117	197	5	30	55	110	-19	30	70	215	-15	30	109
10	181	-15	100	139	209	17	100	254	124	-5	100	86	226	-4	100	38
11	180	-16	100	120	201	9	100	38	97	-32	100	57	222	-8	100	32
12	182	-14	40	126	189	-3	40	51	101	-28	40	92	207	-23	40	41
13	174	-22	100	82	208	16	100	152	152	23	100	59	225	-5	100	23
14	184	-12	100	62	201	9	100	20	143	14	100	65	237	7	100	65
15	196	0	100	173	173	-19	100	126	132	3	100	49	216	-14	100	53

ateityje bûtina atliki panaðius tyrimus testavimui panaudojant kartografinio vaizdo fragmentus, besiskrieanèius informacine apkrova bei pasilypminèius kartografiniø þenklø ávairove (ávairaus dydþio taðkiniai, linijiniai, ploto þenklai).

Gauta 2005 09 09
Parengta 2005 09 27

Literatûra

- Berliant A. M. (2002). *Kartografija*. Maskva: Aspekt Press.
 Berliant A. M. red. (2003). *Kartovedenije*. Maskva: Aspekt Press.
 Budrevièius J. (2005). *Spalvø harmonijos teminéje kartografiø problema*. Magistro baigiamasis darbas. VU Ben-drosios geografiø katedra.
 Bautrénas A. (2002). *Kartografinio vaizdo optimizavimas te-minéje kartografiøje (kompiuteriniø programø pagrindu)*. Daktaro disertacija (06P). Vilnius: KC.
 Bautrénas A. (2004). Color perception in thematic maps. *Cartography and Cartosemiotics: the selected problems of theoretical cartography*. Vilnius. CD.
 Bautrénas A. (2005). Problems of the creation of tactile maps. *6th International Conference "Environmental Engineering" T2: 809–812*. Vilnius.
 Dumbliauskienë M (2000). *Teminø þemélapiø kvalimetrinë analizë*. Daktaro disertacija (06P). Vilnius, VU Ben-drosios geografiø katedra.
 Dumbliauskienë M. (2002). *Kartografinës komunikacijos pagrindai*. Vilnius: VU leidykla.
 Dþpad D., Vyšencki (1978). *Cvet v nauke i technike*. Maskva: Myr.
 Gage J. (2000). *Color and Meaning: Art, Science and Symbolism*. Berkeley & Los Angeles.

Gere Z. K., Kuntler T. R. (1997). *Erdvë, forma, spalva*. Kaunas: Šviesa.

Gudavièienë G. (1988). *Spalvotyros pagrindai*. Vilnius:

Gauðienë R. (2003). *Spalvininkystës pagrindai*. Vilnius: Technika.

Mironova L. N. (1984). *Cvetovedenije*. Minsk: Vyšeïsaja škola.

Petrovskij B. V. (1990). *Kratkaja medicinskaja enciklopedija*. T. 3. Moskva.

Schschlov B. A. (1995). *Cvet i cvetovospriozvedenije*. Moskva.

Siler B., Spotts J. (2000). *Using Visual Basic 6*. Special Editon. QUE.

Vaitkevièius P. H. (2002). *Pojùèiai ir suvokimas. Regimøjo vaizdø suvokimas*. Vilnius: VU leidykla.

Vostokova A. V. (2002). *Oformlenije kart. Kompiuternij dizain*. Maskva: Aspekt Press.

Internetinës svetainës:

<http://www.less.lt/lass.html>. 2005.

<http://www.mentalhealth.com/.Health encyklopedia>. 2005.

Artûras Bautrénas, Marytë Dumbliauskienë

COLOUR PERCEPTION AND REPRODUCTION IN CARTOGRAPHIC DESIGN

Summary

The problem of colour has always been and will remain to be of particular significance to all those who deal with colours in their professional activities. Colour is also the basic and most important means of cartographic design (esthetic layout of maps) because of their multifarious functions, in thematic maps in particular.

Bearing in mind the importance of the problem for cartographic design, VU geographers have initiated studies in the field.

The paper presents the fundamental statements and terms of theory of colours, such as colour systematics, the major properties of colours, the process of colour perception, etc., which are directly related to map design; as well as the methods of the ongoing experiment (computer technology), the obtained results, and conclusions.

To a group of testees, a set of colour patches of different size were presented, with four colours inserted for testing; these colours, in the many-year experience of the VU Cartographic Centre, are most often used in cartographic design. They are: yellowish-brownish (sandy), medium-light green, medium-light blue, light green. Each testee had to reproduce these colours in turn. The TC computer programme (Bautrėnas, 2005) was used in the study.

The results were calculated and graphically treated using the Microsoft Excel programme. The graphical interrelation of the results was analysed in four aspects (Figures 2–5). The obtained data are too scarce to allow far-reaching conclusions, but they are enough for establishing essential tendencies of colour recognition and planning the course of further studies.

- The proposed method of testing colour perception and reproduction has proven to be very simple and easy to apply; employing the TC computer programme makes it not only fast but also rather accurate.
- A comparative analysis of the obtained results in four aspects has revealed the difficulties the testees experienced in colour perception and reproduction. This allowed modifying the colour shade and intensity (richness) and thus improving the communicative quality of the whole map.
- For more accurate generalizations, differences in the colour co-ordinates should be evaluated with a 2% of the maximum value of a colour co-ordinate, *i.e.* if the difference does not exceed 2% of the maximum value of a colour co-ordinate it should be equalled to zero.
- The quality of colour perception strongly depends on the informative load of a map, therefore similar studies should be made in future, using the cartographic image fragments differing in informative load and in the variety of cartographic signs (dotted, linear, area signs of different size).