

SISTEMATIZACIJA BOJA

Idejni prijedlog višedimenzionalnog računalnog alata za odabir boja *Vira*

Ljubica Marčetić-Marinović

Sveučilište u Splitu
Umjetnička akademija
Zagrebačka 3
HR 21 000 Split
ljube@umas.hr

UDK (0.041):005.932.3:543.317
303.031.4:004.4'22
Pregledni rad / Review Paper
Primljeno / Received: 18.5.2022.
Prihvaćeno / Accepted: 22.10.2022.



Nacrtak

Tijekom dvadesetog stoljeća brojne struke pa i grafičke mijenjaju svoje materijalne alate u računalne-virtualne alate. Prekid utjecaja majstora struke pri kreiranju računalnih alata za boje uzrokuje niz manjkavosti takvih alata koje se očituju u suvišnoj raznovrsnosti alata, izostanku tercijarnih boja i raspoznatljivih međutonova boja, a rad korisnika je otežan. Optička istraživanja Isaaca Newtona i Johanna Wolfganga von Goethea, na koja su se nadovezali profesori škole Bauhaus, slikari Vasilij Kandinski, Paul Klee i drugi, predložena u ovom članku, izvori su sinteze znanja o bojama sažetog u dijagramu boja *Vira*; nastalog tijekom dugogodišnje prakse praktične nastave na kolegiju *Elementi vizualnog oblikovanja* na Odsjeku za dizajn Umjetničke akademije u Splitu. U članku je izložen geometrijski postupak konstruiranja dijagrama spektra boja i njegova osnovna svojstva. Ovakav dijagram može biti polazišna točka za programiranje višedimenzionalnog računalnog alata za odabir boja.

Ključne riječi: *spektar boja, dijagram boja, računalni alati, korisnici, grafička industrija*

Keywords: *colour wheel, colour diagram, software tools, users, graphic design industry*

1. Uvod

Svaki alat svoj oblik duguje ruci koja njime upravlja i radnji koju njime vrši. Kroz povijest, majstori svake djelatnosti usavršavali su alate i materijale koji su im služili pri radu. Ulaskom u digitalnu eru prekida se utjecaj majstora struke pri kreiranju alata i nastaje ponor nesagledivih razmjera. Poglavitito je to vidljivo u grafičkoj struci. Sva znanja o kvalitetnom otisku koja su tiskari pratili i usvajali paralelno s razvojem tiskarske industrije te ih prenosili dizajnerima tijekom njihova naukovanja su nestala, a zamijenjena su tek dojmom o bojama na digitalnom zaslonu. Nestali su i problemi kvalitetne reprodukcije dijapozitiva ili likovnog djela, a jezičac vage se okrenuo k produkciji kreirane slike iza zaslona monitora nematerijalnim digitalnim alatima koji su se nastavili razvijati u smjeru kič efekata svih vrsta, apsolutnih mogućnosti korigiranja i retuširanja fotografija, uz manjkave prikaze čistih ploha boja vektorske grafike i time otvorili još jednu Pandorinu kutiju kojom bi se trebalo pozabaviti u nekom drugom članku. Navedeno je utjecalo na pad razine znanosti o struci, njen otklon prema marketinškom području, pa čak i na naglašenu usmjerenost na izlaz pisačem – print.

2. Problemi paleta boja digitalnih programa za rad u grafičkim poslovima

Ako i letimično pogledamo alate za odabir boja u Adobe programima, vidimo da u njima uopće nema tercijarnih boja (T. 1, Sl. 1). Spektar u računalnim alatima je organiziran jednostavno, a postupak koji su primijenili pri projektiranju alata je sljedeći. Kružni dijagram boja svjetla i sjene Johanna Wolfganga von Goethea (sastavljen od jednakih udjela crvene, zelene i plave i njihovih komplementara: cijan, magente i žute) razvili su u pravokutnik (T. 1, Sl. 2).¹ Za početnu točku su odabrali 30° (crvena). Slijedili su jednake intervale svih boja; žutu, cijan i magentu su smjestili u vrh, a crvenu, zelenu i plavu u dno pravokutnika te generirali nepregledan niz nijansi među njima (T. 1, Sl. 3). Kada alat čitamo odozdo prema gore, boje gradiraju od crne do bijele, i obrnuto. Iskustvena veza čovjekova vidnog aparata i komplementarnih boja svjetla i sjene, presudna za Goetheov dijagram boja se ne može iščitati iz ovakvog grafikona, a količine neodređenih nijansi zamućuju alat i nesvrhovite su. Neuvrštavanje tercijarnih boja u grafikon je još jedan prilog kritici ovakvog alata.

1 Henrik BOËTIUS, Marie Louise LAURIDSEN i Marie Louise LEFÈVRE (red.), *Light, Darkness And Colours – Goethe Theory of Colours*. Danska: Magic Hour Films, 1998., <https://www.magicourfilms.dk/vod> (pristup 3.5.2022.)

3. Dijagram boja Isaaca Newtona i istraživanja optike Johanna Wolfganga von Goethea

Model boja koji jasno prikazuje vezu vidljivog spektra svjetla i likovnog spektra je model Isaaca Newtona. Nastao je kao plod zapažanja refrakcije svjetla kroz staklenu prizmu i objavljen je u knjizi *Opticks: or, A treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light* u Londonu 1704. (T. 1, Sl. 4). Opišimo ga. Model je kružni i u osnovi se sastoji od tri dijela. Dijelovi su: intenzifikacije boja suprotnih strana spektra (topla i hladna) i područje njihova preklapanja. Intenzifikacija iz žute preko narančaste u crvenu boju započinje na oko 210° ispod horizonta, a postavljena je po gornjem obodu kružnice u smjeru obrnutom od kretanja kazaljke na satu. Intenzifikacija iz plave preko indigo u ljubičastu boju započinje na oko 150° iznad horizonta, a postavljena je po donjem obodu kružnice u smjeru kretanja kazaljke na satu. Tvorba zelenog područja nastaje preklapanjem najsvjetlijih dijelova suprotnih strana spektra (T. 1, Sl. 5). Zelenu vidimo jer se dvije krajnosti spektra, dva intervala žuto-crveni i plavo-ljubičasti, u žutom i plavom dijelu, toliko približe da se i preklape, te stvore prvu likovnu boju koju nismo mi zamiješali već joj svjedočimo.

Goethe nastavlja Newtonova istraživanja optike staklenim prizmama, a i staklenim lećama. Rezultati su više nego impresivni. Znanje koje nam je on ustupio na upotrebu, nas još uvijek obvezuje na njegovanje pronicljivog oka promatrača pri proučavanju prirode svjetla i boja. U poglavlju *Uvjeti pojave boja* u djelu *Teorija boja* Goethe bilježi pokuse pojave boja pomoću staklenih leća i dokazuje zakone pojave boja. Refrakcijom pomiče sliku lika pri čemu se pojavljuju boje na samoj površini leća, to jest, na prividnoj slici promatranog lika (T. 1, Sl. 6a).²

„Pred sebe stavimo najjednostavniji lik, bijeli krug na crnu podlogu (A). Pomak se zbiva pogledom na objekt, ako prividno centralno protegnemo njegov obris povećavajući ga. Ovo se može postići konveksnom lećom, i u ovom slučaju vidimo plavi rub (B). Možemo, naizgled, smanjiti opseg istoga svijetloga kruga prema centru umanjujući objekt; rub će se tada pokazati žut (C). Ovo može biti učinjeno konkavnom lećom, koja, dakako, ne smije biti istanjena kao što je uobičajeno staklo za naočale,

2 Johann Wolfgang von GOETHE: *Theory of Colours*, London: John Murray, 1840, 82–83, <https://books.google.hr/books?id=qDIHAAAQAAJ&pg=PR3&dq=Goethe%27s+Theory+of+Colours,+John+Murray,+Albemarle+street+1840&hl=en&sa=X&ved=2ahUKewirsdWS28D3AhWjgfoH-Hb5iDpcQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=Goethe's%20Theory%20of%20Colours%2C%20John%20Murray%20Albemarle%20street%201840&f=false> (pristup 2.5.2022.)

već mora imati stanovitu masu. Kako bi, međutim, ovaj eksperiment odmah napravili konveksnom lećom, postavimo manji crni krug unutar bijeloga kruga na crnu podlogu. Ako povećamo crni krug na bijeloj podlozi konveksnom lećom, postiže se isti rezultat kao da smo smanjili bijeli krug; proširujući crni obris na bijeli opažamo žuti rub zajedno s plavim rubom (b). Ove dvije pojave, plava i žuta pokazuju se u i iznad bijele, podrazumijevaju i crvenkasti ton proporcionalan udjelu crne. U ovom kratkom izlaganju objasnili smo temeljni fenomen pojava boja uzrokovanih lomom svjetlosti. On se nesumnjivo može ponavljati, varirati, izvoditi upadljivo, kombinirati, komplicirati, zbrkati; ali na koncu, uvijek i razložiti na svoj osnovni princip.“

U narednim pokusima Goethe koristi staklenu prizmu te dokazuje iste principe i bilježi³ (T. 1, Sl. 6b):

„Prouzročimo li dislokaciju bijelog kruga u cijelosti, što se može postići staklenim prizmama, prividna slika kruga bit će obojena s obzirom na smjer pomaka, u skladu s prethodnim principom. Pogledamo li krug (a) kroz prizmu tako da naizgled djeluje pomaknut na poziciju (b), vanjski rub će izgledati plavo i plavo-crven, u skladu sa zakonom lika B, drugi rub bit će žut i žuto-crven, u skladu sa zakonom lika C (T. 1, Sl. 6a). U prvom slučaju bijela figura se takoreći proteže preko tamne granice, a u drugom slučaju tamna granica prelazi preko bijele figure. Isto se događa ako je disk, naizgled, pomaknut od (a) do (c), od (a) do (d), i tako kroz krug.“

Uvidom u Goetheove crteže kojima vizualizira navedeno, lako se može uočiti nastajanje boja i njihov polaritet, koji je razvidan i u Newtonovom kružnom dijagramu. Goethe doprinosi i redosljedom boja uočenih na plohama staklenih alata leća i prizmi; na oba alata žuta boja je bliža oku promatrača, a plava je udaljenija. No, kakav je raspored pojave boja ako isključimo promatrača i sunčevo svjetlo iz jednadžbe, a uključimo svjetlo nastalo ekranskom lampom? Odnosno, kakav je raspored ako pojavu boja promatramo u samo dvije dimenzije, gdje je leća sama površina ekrana? Slika na ekranu nastaje aditivnom sintezom dioda u tri boje: crvena, zelena i plava (aditivni primari). Napravimo na bilo kojem ekranu dvije slike. Na prvoj, na bijeloj površini nacrtajmo crni kvadrat, a na drugoj na crnoj površini bijeli kvadrat. Prva je pretpostavka da se neće dogoditi razlaganje svjetla na spektralne boje jer je kut ulaska i izlaska svjetla kod staklenih i srodnih površina isti.⁴ Ipak, ono je vidljivo! Pojavljuju se intenzifikacije boja suprotnih strana spektra,

topla i hladna. Lijeva obrisna linija površine crnog kvadrata na prvoj slici je plave boje, a desna obrisna linija je žute boje, dok je lijeva obrisna linija bijelog kvadrata na drugoj slici žute boje, a desna obrisna linija plave boje (T. 1, Sl. 7). Izdvojimo li iz slika samo granicu među crnom i bijelom i odlučimo se, slijedeći Goethea, da nam je žuta po hijerarhiji prva boja, jer nam je bliža u tri dimenzije, možemo zaključiti da je raspored boja u dvije dimenzije slijeva nadesno slijedeći: crna – žuta – bijela.

Likovnim umjetnicima ove zakonitosti mogu činiti udio u fondu znanja, ali nisu im bitna pomoć pri radu s bojama, iako i njihove sistematizacije boja imaju izvorišta u navedenim zakonima i temelje se na njima. Slikarstvo počiva na pigmentima, bojama čiji su izvori minerali i rjeđe, biljke i životinje, te je paleta kojom se oni služe u svom radu nešto složenija. Ova je djelatnost povijesno proizašla iz crteža, bilježenja kontura likova zatečenim zemljanim kamenčićima, sačinjenim od mješavine kvarcnog pijeska, kaolina i željeznih minerala (hematit, geotit, mangan, limonit...) i svoj osnovni kolorit duguje upravo tim zemljanim, tercijarnim bojama (T. 2, Sl. 1). Stoga pjesnički možemo reći da se za čovjeka slikara, polaritet spektra zasniva na dualnosti zemaljskih i nebeskih boja, jer u bojama duge nema tercijarnih boja.

Slikar Paul Klee, čije je procesno razmišljanje o formi i bojama predočeno u izdanju *Paul Klee Notebooks, Volume 1: The thinking eye*, daje nam na uvid postupke donošenja zaključaka o prirodi boja u praksi. Postupak razumijevanja organizacije boja Klee jednako započinje od ljestvice boja koje sačinjavaju dugu. On kaže:

„Prva važna činjenica je ta da je raspored boja u dugi linearan. (...) Stoga možemo sa sigurnošću dugu nazvati linearnom reprezentacijom boja, i reći da je neadekvatna kao grafikon. Iz nje učimo jako malo, a o relacijama među bojama baš ništa. Ovo je potpuno jasno.“

Klee slijedi Newtona i boje duge postavlja u kružni, horizontalni dijagram spajajući krajnje vidljive boje, crvenu i ljubičastu, a izuzimajući infracrvenu i ultraljubičastu (T. 2, Sl. 3). Spoj žute i zelene postavlja prema oku promatrača. U prilog ovakvoj orijentaciji dijagrama boja govori i činjenica da je čovjekov vidni aparat najosjetljiviji na žuto-zelene zrake, a od toga područja na obje strane spektra osjetljivost našeg oka je sve slabija.⁵ Njegove analize usmjerene su na dva aspekta ovakvog dijagrama, periferne i dijametralne

3 J. W. Goethe: *Theory of Colours*, 83-84.

4 Nikola DESPOT: *Svjetlo i sjena*, Zagreb: Tehnička knjiga, 1966, 13.

5 N. Despot: *Svjetlo i sjena*, 18.

relacije boja. U potonjim, osim primar–sekundar, suprotstavlja i po dvije sekundarne boje i te analize naziva „krivi parovi“ (T. 2, Sl. 4). Do imenovanja neutralnih područja nastalih miješanjem triju „krivih parova“ koristi se jezičnim grafikonom pomoću kojega zaključuje tendiranje sive k po jednoj primarnoj boji u svakom „krivom paru“, te imenuje žuto-sivu, plavo-sivu i crveno-sivu (T. 2, Sl. 2). Treba naglasiti da se Klee pri analizama boja služio tehnikom akvarela, gdje punina i kvaliteta tona svake pojedine „sive“ ne dolaze do izražaja. Boje „krivih parova“ treba zvati tercijarnim bojama, jer ih dobivamo miješanjem sekundarnih, i po nastanku jesu boje trećega reda, a nazivi tercijarnih boja jesu: crvenkasto smeđa, maslinasta i oker.⁶ Naziv crvenkasto smeđa je pridružen kulturološko iskustvenom prisustvu ove boje i nadalje je imenovana – vinsko crvena.

Klee u svojim bilješkama doprinosi još jednim značajnim grafikonom *Pozicije pigmenata u krugu boja* kojim objedinjuje znanost o bojama spektra svjetla i rezultate razvoja pigmenata u materijalne boje.

4. Dijagram boja *Vira*

4.1. Nastanak dijagrama boja

Tijekom nastave o boji na kolegiju Elementi vizualnog oblikovanja, studenti prvoga semestra iz tri likovne primarne boje u temperi (žuta, crvena i plava) miješanjem dobivaju sekundarne (narančasta, ljubičasta i zelena), a zatim miješanjem sekundarnih i tercijarne boje (vinsko crvena, maslinasta i oker), te međutonove (žuto-zelena, žuto-narančasta, crveno-narančasta, crveno-ljubičasta, plavo-ljubičasta i plavo-zelena) i smeđu; bilo je potrebno konstruirati geometrijsko tijelo u koje se, slijedom nastajanja, može složiti deset boja i šest međutonova. Tijekom godina, slaaganjem posuda s pomiješanim bojama u trokut, uočena je pravilnost koja se može geometrijski izraziti. Pravilnost slijedi logiku prikaza kutova boja u radu *Boje odgovarajućih uglova prema Kandinskom* (T. 2, Sl. 5)⁷ i izražava se omjerom 2:1, a uključuje i unutarnje – tercijarne boje, međutonove i centralnu – smeđu boju.

4.2. Konstrukcija dijagrama boja

U koordinatni sustav nacrtajmo kružnicu polumjera r i podijelimo je na 6 jednakih dijelova tako da je jedna točka u zenitu u A (T. 3, Sl. 2). Spojimo svaku drugu točku i dobit

ćemo dva jednakokranična trokuta koja preklapanjem tvore pravilan šesterokut. Polumjer ucrtane kružnice u ovim trokutima označit ćemo r^0 . Zatim iz točke B prenesimo udaljenost od B do C na os X u lijevo. Dobivenom točkom C' ucrtajmo novu koncentričnu kružnicu čiji radijus ćemo označiti s r' . Nađimo polovinu udaljenosti među polumjerima r i r' , i označimo je točkom D na osi X. Pomoću nje ucrtajmo kružnicu radijusa r'' . Središnja pomoćna koncentrična kružnica ima za radijus dužinu $\overline{C'C}$. U kružnicu polumjera r' ucrtajmo jednakokraničan trokut s jednom točkom u C', u kružnicu r'' jednakokraničan trokut s jednom točkom u D', a u središnju kružnicu jednakokraničan trokut s jednom točkom u E. Vrhove unutarnjeg trokuta spojimo s bazama vanjskog. Ovim postupcima konstruirali smo sve pomoćne linije dijagrama boja *Vira* prikazanog na slici (T. 3, Sl. 1). U njega, prema pravilima tvorbe možemo složiti 10 čistih boja.⁸ Boje su: tri primarne, tri sekundarne, tri tercijarne boje i centralna boja. Primarne boje: žuta, crvena i plava, redosljedom se smještaju na 120° , 0° i 240° .⁹ Sekundarne boje: zelena, narančasta i ljubičasta, redosljedom se smještaju na 180° , 60° i 300° . Tercijarne boje: oker, vinsko crvena i maslinasta, prema pravilima tvorbe smještaju se u unutrašnjost tijela; oker u polje do žute, vinsko crvena u polje do crvene, a maslinasta u polje do zelene boje. U centralnoj površini dijagrama je trokutasto polje smeđe boje. Pozicije šest međutonova su već ustanovljene konstrukcijom, žuto-zelena, žuto-narančasta, crveno-narančasta, crveno-ljubičasta, plavo-ljubičasta i plavo-zelena, redosljedom se smještaju na 150° , 90° , 30° , 330° , 270° i 210° (T. 3, Sl. 6).

⁶ Nikola TANHOFER: *O boji na filmu i srodnim medijima*, Zagreb: Akademija dramskih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu i Novi liber d.o.o., 2008, 52.

⁷ Vasilij KANDINSKI: Kandinski-seminar o bojama, u: Karl-Georg Bitterberg (ur.): *Bauhaus*, Stuttgart: Institut za veze sa inozemstvom (Institut für Auslandsbeziehungen), 1981, 50-51. „Hladnotpla osobina kvadrata i njegova izričito ravna priroda odmah ukazuju na crveno, koje predstavlja među-stupanj između žutog i plavog, i nosi u sebi hladnotpla svojstva,... Kad je reč o uglovima (ugaonim linijama) mora se naglasiti jedan poseban ugao koji leži između pravog i oštrog ugla – ugao od 60° (pravi –30 i oštri +15). Kad se dva takva ugla spoje svojom otvorenom stranom, oni stvaraju ravnostrani trougao – tri oštra, aktivna ugla – i tako ukazuju na žuto. Tupi ugao sve više gubi agresivnost, oštrinu, toplinu, i zbog toga je u dalekom srodstvu sa linijom bez uglova, koja obrazuje treću primarnu šematsku ravnu formu – krug. Pasivnost tupog ugla, gotovo potpuno odsutna tenzija prema napred, boje ovaj ugao u plavo. Na osnovu toga mogu se navesti ostali spojevi. Što je ugao oštriji, utoliko se više približava oštroj toploti, i obrnuto, posle crvenog pravog ugla toplina se smanjuje i sve više naginje hladnoći, dok ne nastane tupi ugao (150°), tipično plavi ugao, koji je slutnja savijanja i u daljnjem toku ima krug kao konačni cilj.“

⁸ Tercijarne boje i smeđu boju uvrštavam u skupinu čistih boja jer po nastanku jesu boje trećeg reda i možemo ih imenovati. Kako je treći red nastanka boja mješavina iz svih primara, čistoća tih boja je pojmovna, a ne stvarna.

⁹ Primarni redosljed navođenja boja u tekstu slijedi princip od svijetle boje k tamnoj, to jest od žute k plavoj. Stoga je na 120° prva točka, a ostale boje se nabrajaju obrnuto od smjera kretanja kazaljke na satu.

4.3. Simetrije dijagrama boja

Dijagram boja *Vira* je zrcalno simetričan po tri osi međusobno udaljene za 60° , koje prolaze kroz dvije srednje-svijetle boje (crvena i zelena), zatim kroz toplu i hladnu boju (narančasta i plava), te kroz najsvjetliju i najtamniju boju (žuta i ljubičasta), (T. 3, Sl. 3). Jednaka svjetlina crvene i zelene boje dokazana je jednakom vrijednošću njihova tona pri prijevodu u crno-bijelu skalu.¹⁰ Pri njihovoj kromatskoj usporedbi, crvenu možemo vidjeti kao vruću, a zelenu kao svježiju boju.

4.4. Ljestvice međutonova

Prikaz od deset boja u dijagramu je osnova za miješanje ljestvica međutonova između susjednih boja. Njih je ukupno osamnaest (T. 3, Sl. 5). Razlikujemo četiri vrste ljestvica, a nazivamo ih: primar–sekundar, primar–tercijar, sekundar–tercijar, i ljestvice centralne boje.

Primar–sekundar

Ljestvice primar–sekundar nastaju miješanjem jedne primarne i jedne sekundarne boje u različitim omjerima. Ukupno ih je šest, a razlikujemo sljedeće ljestvice: žuta–narančasta (1–4), crvena–narančasta (2–4), crvena–ljubičasta (2–5), plava–ljubičasta (3–5), plava–zelena (3–6), žuta–zelena (1–6).

Primar–tercijar

Ljestvice primar–tercijar nastaju miješanjem jedne primarne i jedne tercijarne boje u različitim omjerima. Ukupno ih je tri, a razlikujemo sljedeće: žuta–oker (1–7), crvena–vinsko crvena (2–8), plava–maslinasta (3–9).

Sekundar–tercijar

Ljestvice sekundar–tercijar nastaju miješanjem jedne sekundarne i jedne tercijarne boje u različitim omjerima. Ukupno ih je šest, a razlikujemo sljedeće ljestvice: narančasta–oker (4–7), narančasta–vinsko crvena (4–8), ljubičasta–vinsko crvena (5–8), ljubičasta–maslinasta (5–9), zelena–maslinasta (6–9), zelena–oker (6–7).

Ljestvicā centralne boje ima tri. Nastaju miješanjem centralne i jedne tercijarne boje, a razlikujemo sljedeće ljestvice: oker–smeđa (7–10), vinsko crvena–smeđa (8–10), maslinasta–smeđa (9–10).

4.5. Razvoj ljestvica međutonova

Dijagram za boje *Vira* omogućava linearno građenje intervala međutonova između polaznih boja. Broj međutonova ovisi o kontrastu boje prema boji, dviju boja iz kojih međuton nastaje. Kontrast može biti niski, srednji i visok. Broj međutonova između susjednih boja niskog kontrasta je manji od broja međutonova između susjednih boja visokog kontrasta. Pri ovome ulogu ima i kontrast svjetline, tako će naprimjer broj međutonova između žute i oker biti veći nego među plavom i maslinastom, a najmanji među crvenom i vinsko crvenom, iako je u sva tri slučaja riječ o ljestvicama *primar–tercijar*. Naime, svojstvo rumenog dijela spektra je takvo da se slabo raspoznaju tonovi. Shematski prikaz omjera primara u svakoj od boja korisna je vodilja u razvoju ljestvica i kreiranju međutonova (T. 3, Sl. 4). U njemu su sve boje izražene kao cijelo, odnosno 1, pa su tako polazne primarne boje 1, sekundarne $2 \times \frac{1}{2}$, tercijarne $\frac{1}{2} + (2 \times \frac{1}{4})$, a središnja boja $\frac{3}{3}$. Iz čega je razvidno da su sekundari pomiješani iz jednakih količina primara, a da tercijari sadrže po $\frac{1}{2}$ jednog primara, te po $\frac{1}{4}$ ostala dva primara. Praksa miješanja boja će nas osporiti pri korištenju matematičke točnosti za dobivanje mješavina koje prosječno ljudsko oko raspoznaje kao određenu boju. Ona samo može biti potrebna pomoć koja regulira održivost predstavljenog koncepta dijagrama. Ovo može ilustrirati razlika dobivenih boja pri miješanju dva sekundara, zelene i narančaste; dok će jednakim udjelima žute i plave mješavina zaista pokazivati odlike zelene boje, jednaki udjeli žute i crvene neće rezultirati narančastom, već svijetlo crvenom bojom. U ovome je vidljiva fundamentalna veza ovog grafikona s temeljnim fenomenom pojava boja uzrokovanih lomom svjetlosti, odnosno s dva polariteta i njihovim intenzifikacijama, gdje je vidljivo da preklapanjem najsvjetlijih boja dvije intenzifikacije žute i plave, dobivamo novo – zelenu, dok je narančasta tek dio već postojećeg intervala od žute do crvene i nije na njegovoj sredini.

Građenje osnovnog intervala ljestvice između polazne i završne boje započinje jednakim omjerom polaznih boja, odnosno polovinama, a dalje se gradi četvrtinama i osminama udjela, i može se sastojati od 1, 3 ili 7 međutonova. Ipak, kako je oko mjera raspoznavanja tonova, možemo njihov broj po potrebi korigirati tj. uvećati za po jedan ton tik uz polazne boje. Naime, privid je jednako stvaran kao i točna matematička mjera, te je ponekad mjeru potrebno korigirati, pa će tada broj osnovnih međutonova biti: 1, 3, 3 + 2, 7 ili 7 + 2 tona. Konačna odluka o broju međutonova se donosi na temelju opažaja tona i njegova odnosa spram susjednih tonova. Granica, to jest razlika među tonovima mora

10 Marcel BAČIĆ, Jasenka MIRENIĆ-BAČIĆ: *Uvod u likovno mišljenje*, Zagreb: Školska knjiga, 1996, 15–19.

biti uočljiva. Poziciju korekcijskih tonova treba dodati tamo gdje se empirijski pokaže da je potrebno. Primjer korekcijskih tonova u crno-bijeloj skali, tik uz bijelu i crnu, nam može biti važna vodilja (T. 2, Sl. 7). Navedene činjenice su potreban orijentir pri empirijskom kreiranju ljestvica međutonova koje se tek treba dogoditi.

4.6. Gradacije boja i međutonova prema bijeloj i crnoj boji¹¹

Gradacije boja i međutonova prema bijeloj i crnoj boji mogu se izvesti pogleđemo li dijagram horizontalno u trodimenzionalni prostor, kao što to čini Klee s prostornim prikazom svoga dijagrama.¹² Tako svaka boja može gradirati prema bijeloj i crnoj, a jednako tako omogućava se prostor za prikaz međutonova između boja. Idejna skica ovog prijedloga je tek naznačena na Tabli 3 (T. 3, Sl. 7). Postavljanjem dijagrama u trodimenzionalni izometrijski prostor omogućen je njegov razvoj i projektiranje u računalni alat višedimenzionalnih performansi. Ovdje je prigodno istaknuti da ukupan minimalan broj gradacija između bijele i crne, preko boje, jest devet; to jest da je tonska skala korisna vodilja za stupnjevanje većine gradacija (T. 2, Sl. 7).

5. Praktična primjena dijagrama boja *Vira*

Primjena dijagrama boja *Vira* koja se sama od sebe nameće je u razvoju digitalnih alata za odabir boja. Svaki grafikon je pomoćni apstrahirani grafički prikaz koji omogućava razumijevanje odnosa polazišnih parametara, u ovom slučaju primarnih likovnih boja, žute, crvene i plave. Takvo funkcionalno tijelo je alat za potrebe medija bilo iz područja umjetnosti (likovnih i primijenjenih umjetnosti), tehničkih znanosti iz područja bojanja ili tiska, dizajna, te industrije vezane uz zanate (frizer, soboslikar i sl.) i brojnih drugih. Nažalost, u digitalnim grafičkim programima do sada nije konstruiran alat utemeljen na razini mogućnosti digitalne logike i preciznosti. Vrijeme je da suvremene računalne alate organiziramo, uvedemo tercijarne boje i raspoznatljiva polja međutonova, pa se nećemo čuditi zašto je dizajnerima toliko teško pomiješati boje i zašto mnogi od njih radije koriste *Eye Dropper* alat da bi s fotografije relativno očitili željeni tercijarni ton. Ovakva tvorba dijagrama boja može naći primjenu u digitalnoj industriji i u razvoju kvalitetnijeg tiskarstva, a kada se izgradi kao trodimenzionalno

fizičko tijelo ili u vidu mape boja i međutonova, bit će korisno nastavno pomagalo za učenje o teoriji boja.

5.1. Složenost višedimenzionalnog računalnog alata za odabir boja *Vira*

Višedimenzionalni računalni alat za odabir boja i međutonova može biti različitih stupnjeva složenosti. Za početak je potrebno kreirati najjednostavniji stupanj. Iz njega se mogu razvijati daljnji stupnjevi. Različiti stupnjevi imaju različitu primjenu, jednostavni za jednostavne programe, srednji za programe za opću upotrebu i profesionalni za potrebe profesionalnih programa. Neupotrebljivo visok stupanj kompleksnosti alata nije teško odrediti, on se prepoznaje kada se na alatu ne raspoznaju granice između boja i međutonova, to jest kada se alat zamuti. Za potrebe profesionalne upotrebe, u cilju dobivanja detaljnih tonova, dobro bi bilo kreirati numerički model pomoću kojega korisnik može dobiti specifičan potreban ton. Ova razina upotrebe pretpostavlja i mogućnost prikaza segmenta alata.

5.1.1. Problemi projektiranja alata

Spektar boja dijagrama boja *Vira* se temelji na mješavinama likovnih primara, a ne na primarima boja svjetla; s obzirom na to da postojeći računalni softveri koriste $x \approx (RYGCBMR)$ $y \approx (KW)$ spektar, pri projektiranju ovog alata, prethodno treba uzeti u obzir.

6. Zaključak

Predočene manjkavosti današnjih virtualnih računalnih alata direktna su posljedica izostanka znanja njihovih projektanata i programera o svjetlu i bojama. Nužnost brze isplativosti, a naknadno i zarade, koju nameće sadašnji sustav zaštite izuma, doveo je do izostanka pravovremene kritike digitalnih, alatnih, tržišnih dobara. Kvalitetno vođenje praktične nastave, na institucijama za obrazovanje likovnih stručnjaka, koje je temeljeno na znanjima prethodnika (Newton, Goethe, Klee i dr.) model je kojim se dolazi do kvalitetnih zaključaka koji se mogu ostvariti u digitalnim medijima.

• • •

Višedimenzionalni alat za odabir boja se zove *Vira* – alat za boje.

11 Ovdje je riječ *boja* upotrijebljena uvjetno. Naime crna i bijela nisu boje i stručno se nazivaju *ne boje*.

12 Jürg SPILLER (ur.), *Paul Klee Notebooks, Volume 1: The thinking eye*, London: Lund Humphries, 1973, 508.

TABLA 1

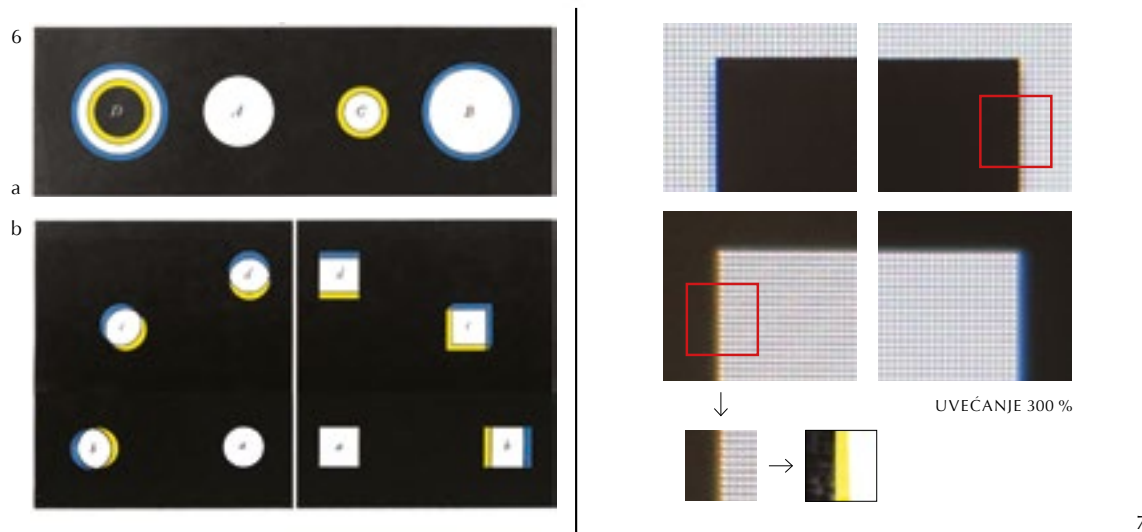
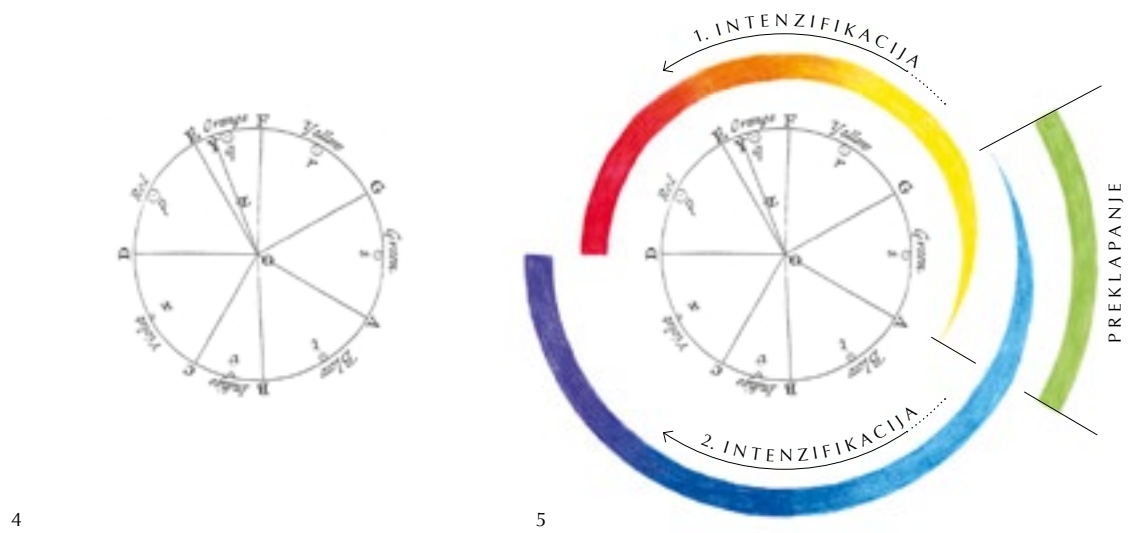
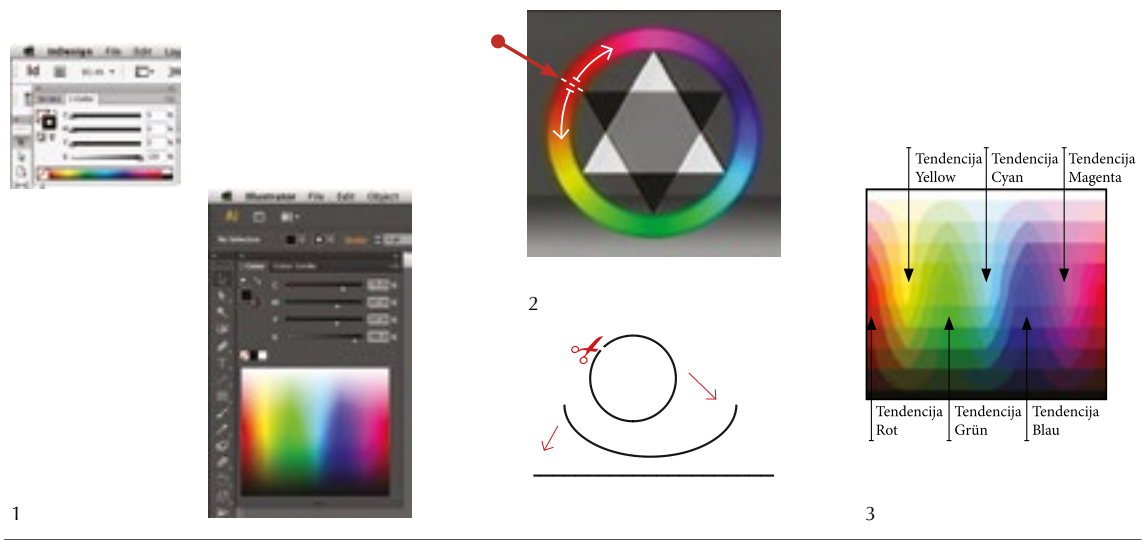
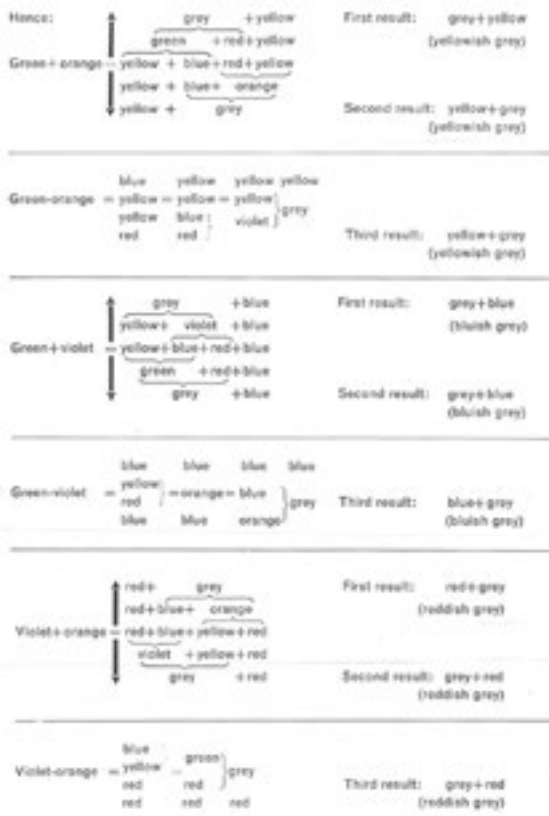


TABLA 2



1



2

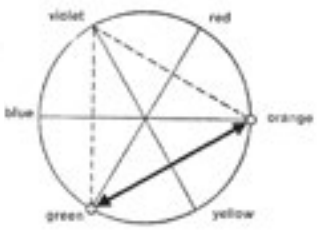


3

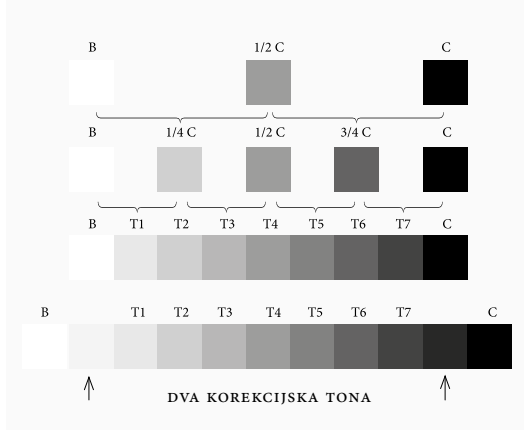


5

4

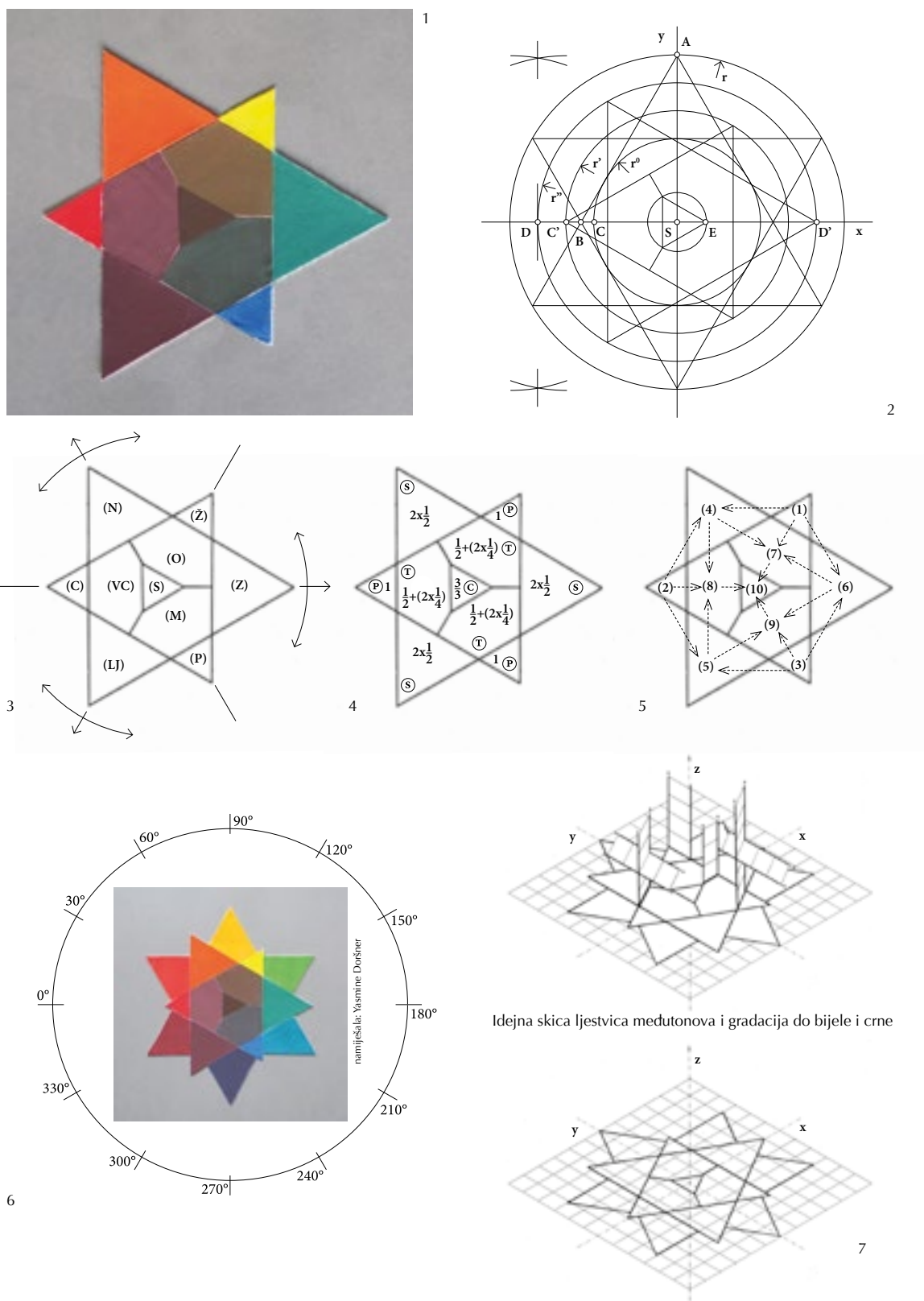


6



7

TABLA 3



Bibliografija

- BAČIĆ, Marcel, MIRENIĆ-BAČIĆ, Jasenka: *Uvod u likovno mišljenje*, Zagreb: Školska knjiga, 1996.
- DESPOT, Nikola: *Svjetlo i sjena*, Zagreb: Tehnička knjiga 1966.
- KANDINSKI, Vasilij: Kandinski-seminar o bojama, u: Karl-Georg Bitterberg (ur.): *Bauhaus*, Stuttgart: Institut za veze sa inozemstvom (Institut für Auslandsbeziehungen), 1981.
- SPILLER, Jürg (ur.), Paul Klee Notebooks, Volume 1: The thinking eye, Jürg Spiller (ur.), London: Lund Humphries, 1973.
- ŠARIĆ, Ljiljana i WITTSCHEM, Wiebke: *Rječnik sinonima hrvatskoga jezika*, Zagreb: Jesenski i Turk, 2010.
- TANHOFER, Nikola: *O boji na filmu i srodnim medijima*, Zagreb: Akademija dramskih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu i Novi liber d.o.o., 2008.

Elektronički izvori

- BOËTIUS, Henrik, LAURIDSEN, Marie Louise i LEFÈVRE, Marie Louise, red. 1998. *Light, Darkness And Colours - Goethe Theory Of Colours*. Danska: Magic Hour Films. Objavljeno 1998. <https://www.magichourfilms.dk/vod> (pristup 3. 5. 2022.)
- GOETHE, Johann Wolfgang von: *Theory of Colours*, London: John Murray, 1840. <https://books.google.hr/books?id=qDIHAAAQAAJ&pg=PR3&dq=Goethe%27s+Theory+of+Colours,+John+Murray,+Albemarle+street+1840&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwirdWS28D3AhWjgfoHHb5iDpcQ6AF6BAGFEA#v=onepage&q=Goethe's%20Theory%20of%20Colours%2C%20John%20Murray%2C%20Albemarle%20street%201840&f=false> (pristup 2. 5. 2022.)
- NEWTON, Isaac: *Opticks, or, A treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light*, London: Printed for Sam. Smith, and Benj. Walford, 1704, Knjiga 1, Dio 2, Tabla 3. <https://library.si.edu/digital-library/book/optickstreatiseonewta> (pristup 8. 5. 2022.)

Summary

Systemization of Colours: Concept Proposal for the *Vira* Multidimensional Software Tool for Colour Selection

Over the course of the 20th century, in many professions, including graphic design, material tools were replaced with software – virtual tools. The end of the influence of the masters of the profession in creating software tools for colour has given rise to numerous drawbacks of such tools, which became evident in the unnecessarily broad variety of tools and in the absence of tertiary colours and discernible intermediate values, while the work of the users has been made more difficult. The research work in optics carried out by Isaac Newton and Johann Wolfgang von Goethe, and continued by the teachers at the Bauhaus school, painters Vasilij Kandinski, Paul Klee and others, presented in this article, are the sources of the knowledge synthesis about colours condensed in the *Vira* colour diagram, developed during many years of practical education in the Elements of Visual Design at the Arts Academy in Split. The article puts forward the procedure for the geometric construction of the colour wheel diagram and its basic properties. This diagram can be a starting point for programming a multidimensional software tool for the selection of colours.