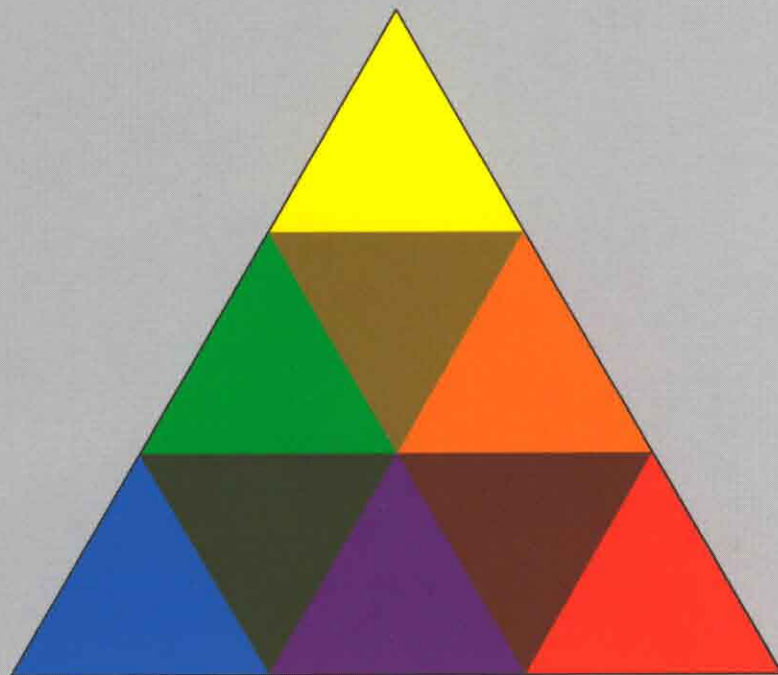
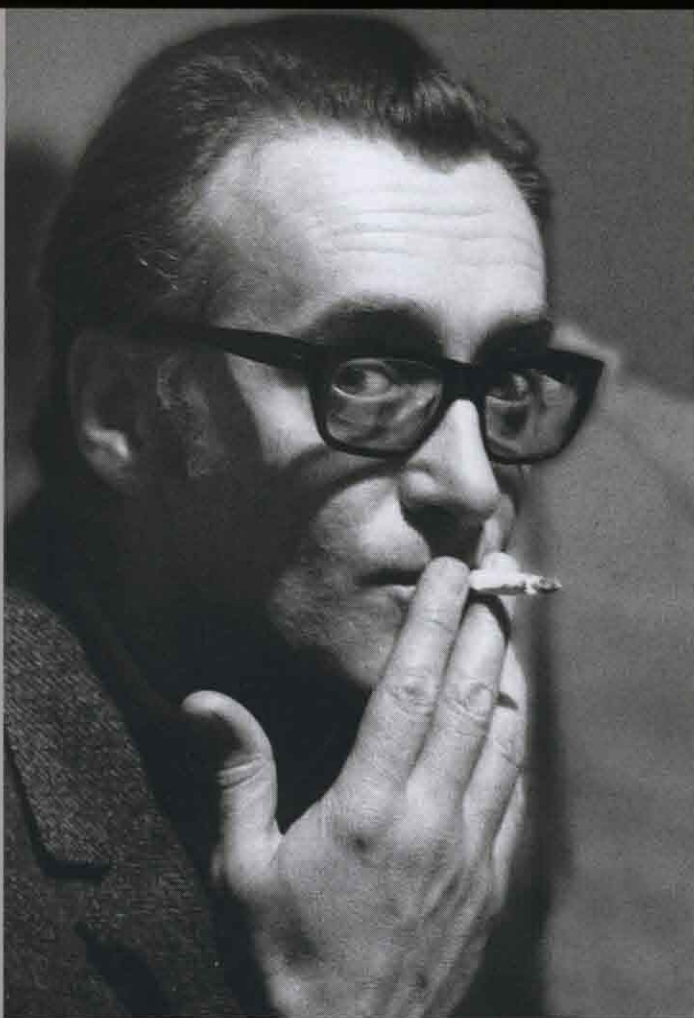


Nikola Tanhofer

O BOJI





Snimio Branko Knez

Nikola Tanhofer (1926 - 1998) bio je najsvestraniji autor hrvatske kinematografije: snimio je 25 kratkih i 7 dugometražnih filmova, režirao 5 kratkih i 8 dugometražnih filmova, autor je ili koautor scenarija 5 dokumentarnih i 5 igranih filmova. Znao je pomoći i u montaži, u laboratoriju i pri snimanju tona. Snimio je cijeli niz televizijskih filmova i emisija, neke je i režirao. Napisao je više stručnih radova, skripata, udžbenika i knjiga o filmskoj fotografiji.

Za snimateljski rad i za režiju dobio je sva moguća priznanja i nagrade koje su se u domaćoj kinematografiji mogle dobiti.

Fotografijom se Tanhofer počeo intenzivno baviti kao srednjoškolac u Zagrebu. Već je 1945. u *Jadran filmu* snimao reportažne storije za tadašnji mjesečni filmski *Pregled. Zastava* (1948 - 49) je prvi Tanhoferov snimateljski rad na dugometražnom filmu, *Nije bilo uzalud* (1957) prva režija dugometražnog filma, a *H-8* (1958) najveći režiserski uspjeh. Ipak, kamera je bila i ostala najdublja i najtrajnija Tanhoferova filmska ljubav.

Godine 1969. osnivač je i do kraja života profesor snimateljskog odsjeka Filmskog odjela Akademije dramske umjetnosti. Njegova knjiga *Filmska fotografija* (1981) klasično je djelo u nas na tome području. Posljednjih godina života Tanhofer se intenzivno bavio fenomenom boje na filmu i u srodnim medijima, a rezultat je ova knjiga.

Izdavači
Akademija dramske umjetnosti
Sveučilišta u Zagrebu
i
Novi Liber d.o.o.

Za izdavače
Branko Ivanda
Sanja Petrušić Goldstein

Recenzenti
Radovan Ivančević
Ranko Karabelj
Enes Midžić

Lektor
Đurđa Škavić

Korektura
Dubravko Štiglić

Likovna rješenja i grafička obrada
Tomislav Toth

Urednik
Slavko Goldstein



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AKADEMIJA DRAMSKE UMJETNOSTI

Nikola Tanhofer

O BOJI
na filmu i srodnim medijima

Dopunio i priredio
Silvestar Kolbas

NOVI
LIBER

Zagreb, 2008.

Izvršni izdavač
Novi Liber d.o.o.
Jurišićeva 23, Zagreb

Knjiga je objavljena uz potporu
Ministarstva kulture Republike Hrvatske,
Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske i
Zaklade Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti

Odlukom Senata Sveučilišta u Zagrebu
knjizi *O boji* odobrava se korištenje naziva
sveučilišni udžbenik

Sveučilišni profesor i znameniti hrvatski filmski snimatelj i redatelj Nikola Tanhofer utemeljio je hrvatsku školu filmskog snimanja. Za studij, koji je oblikovao na Akademiji dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, napisao je nekoliko skripti, priručnika i knjiga. Jedna od njih, *Filmska fotografija*, temeljni je udžbenik hrvatske škole kinematografskog snimanja, ali njime nije obuhvaćen fenomen boje. Tome je Tanhofer posvetio svoje posljednje djelo - knjigu *O boji*.

Prvobitno zamišljena kao udžbenik za studente nekih odjela Akademije dramske umjetnosti i praktičan priručnik za snimatelje, ova je knjiga u toku višegodišnjeg Tanhoferova pomnoga rada izrasla u dosad najsvestraniju analizu fenomena boje u nas. Autor je obogatio knjigu svestranošću svoje ličnosti: iskustvima izvrsnog snimatelja, sistematičnošću nastavnika, spoznajama strastvenog istraživača teorije i povijesti kamere, erudicijom uvijek radoznalog intelektualca i, napokon, spisateljskim darom tečnog i jasnog pisanja. Knjiga je tako od udžbenika prerasla u djelo opće kulturne vrijednosti, ali je istodobno ostala i udžbenik i priručnik. Brojnim Tanhoferovim učenicima knjiga otvara nova područja i zacrtava im put u nova istraživanja u teoriji struke i u praktičnim rješenjima u postavi svjetla i boje.

U posljednjem razdoblju rada na knjizi Tanhofer je za suradnika angažirao svog bivšeg učenika, sada docenta na Akademiji Silvestra Kolbasa. Za Tanhoferova života dovršen je osnovni rukopis i koncipirana ilustrativna građa, koju je po autorovoj smrti popunio i legendama popratio docent Kolbas i dodao popratne materijale koji nužno izvire iz autorove koncepcije. U tome je imao punu podršku i suradnju kolega koji na Akademiji nastavljaju Tanhoferovo djelo kao njegovi učenici i sljedbenici. Grafičko oblikovanje izvršeno je u uredništvu časopisa *Majstor*, kojem je Tanhofer bio dugogodišnji suradnik uređujući rubriku *Foto-safari*. Suizdavač je *Novi Liber*, s kojim je Tanhofera, pored prisnih osobnih prijateljstava, vezala i plodna suradnja dizajniranjem knjiga - još jednim talentom zadivljujuće svestranog i kreativnog Tanhofera.

Objavlivanjem ove knjige Akademija dramske umjetnosti odužuje se utemeljitelju svog Filmskog odjela i zahvaljuje mu na svemu što je učinio za Akademiju. Također, zahvaljuje mu na ovome djelu o boji, posljednjem od Tanhoferovih mnogobrojnih darova bivšim učenicima i sadašnjim sljedbenicima i svim zaljubljenicima u kameru, snimanje i u ljepotu boje.

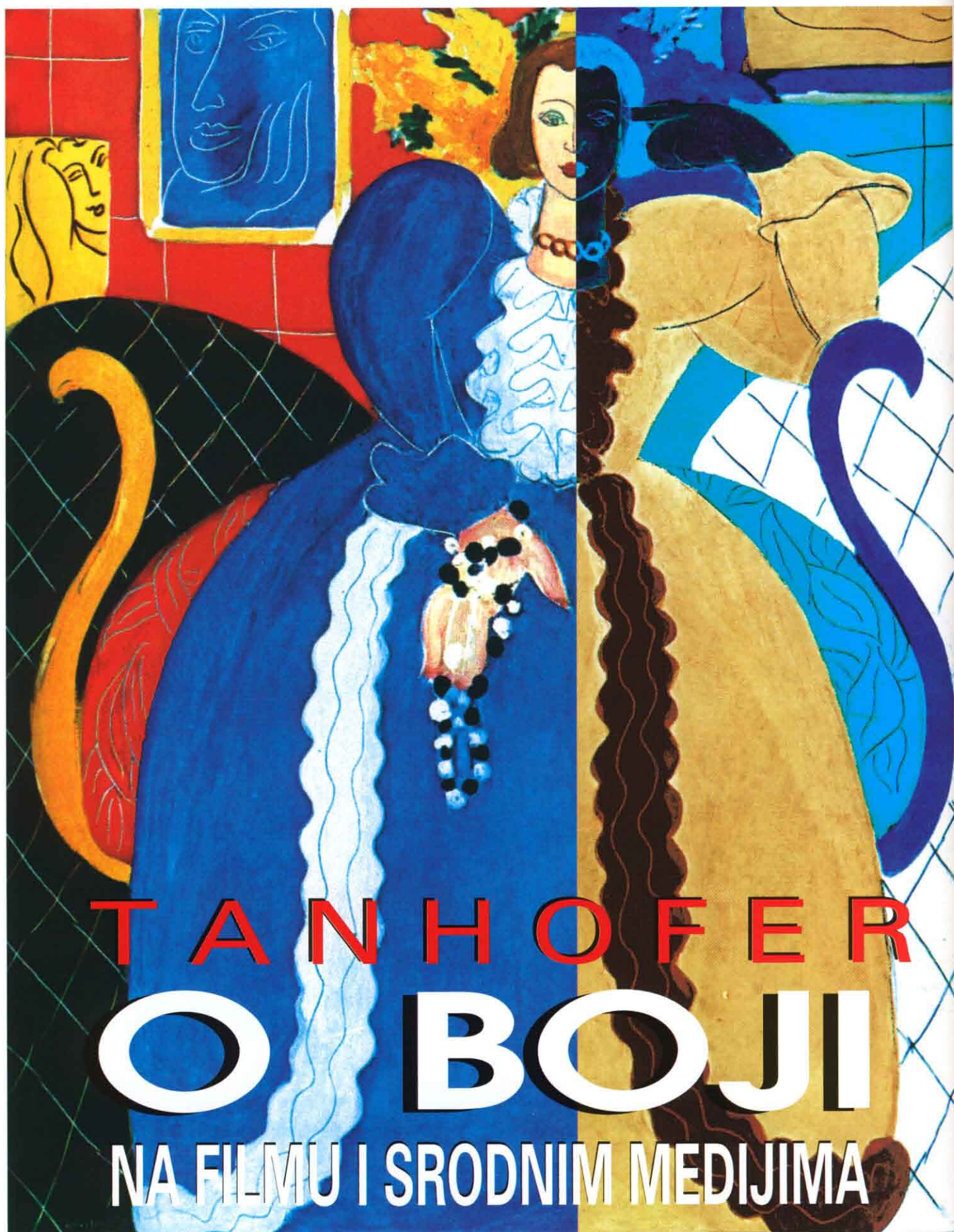
Akademija dramske umjetnosti

U Zagrebu, travnja 2000.

Sadržaj

Predgovor	5
Sadržaj	6
1. OSNOVNI POJMOVI.....	9
Boja ili crno-bijelo	10
Pogled unatrag (<i>flash-back</i>)	14
Razlikovanje i imenovanje boja.....	18
Što je boja.....	20
Atributi boje.....	21
Munsellov sustav klasifikacije boja	22
Što je svjetlo.....	24
Bijelo svjetlo	26
Spektar vidljivog svjetla.....	28
2. NASTANAK BOJA	31
Kako nastaje boja	32
Trikromatska teorija gledanja	32
Aditivna sinteza boja.....	34
Suptraktivna sinteza boja	35
3. MEĐUSOBNO DJELOVANJE BOJA	37
O međusobnom djelovanju boja.....	38
Paslika	39
Adaptacija na boju i svjetlo.....	41
Interval	42
Odnos boja - podloga	42
Komplementarne boje	44
4. SISTEMATIZACIJA BOJA.....	49
Sistematizacija boja	50
Primari.....	51
Sekundari	54
Tercijari	55
Svjetloća čistih boja	56
Konsonance ili suzvučja boja	57
Komplementarni parovi	57
5. HARMONIJA BOJA	59
Harmonija boja	60
Simultani učinak	63

Učinak bliskih boja	64
Komplementarni učinak	66
Harmonični trozvuci boja.....	70
Trozvuci primara	71
Trozvuci sekundara	75
Trozvuci tercijara	80
Harmonični četverozvuci	84
Miješani trozvuci primara i sekundara.....	85
Ekspresivni učinak količine	86
Stereoskopski učinak boje	88
“Oštre” i “neoštre” boje	90
Inducirane boje.....	90
Odnos osvjetljenja i zasićenosti boje	91
6. KOMPOZICIJA BOJE.....	93
Boje pod kontrolom.....	94
Kako to rade veliki majstori	94
Kako to radi Sven Nykvist	98
7. REPRODUKCIJA BOJE	103
Reprodukcija boje.....	104
Testiranje filma.....	106
Temperatura boje	109
Kelvinova skala	110
Standardno crno tijelo	110
Mired	111
Praktično mjerenje temperature boje	112
Tehnika reprodukcije boje na filmu	115
Senzibilizacija filmskih materijala	115
Vrste svjetla.....	116
Temperatura boje i mrežni napon.....	118
“Hladno” i “toplo” svjetlo	118
Filtri za snimanje u bojama	119
8. ZAKLJUČNI DIO	123
Bibliografija	124
Sažeci poglavlja.....	126
Summary (engleski sažeci)	128
Contents (sadržaj na engleskom)	129
Kazalo pojmova	130
Kazalo osobnih imena i filmskih naslova	142



TANHOFFER

O BOJI

NA FILMU I SRODNIM MEDIJIMA

1. Osnovni pojmovi

Radeći studiju naslovnice, Nikola Tanhofer je intervenirao u sliku *Žena u plavom* Henrija Matissea pretvarajući desnu stranu slike u negativ. Tanhofer je iznimno cijenio Matissea kao umjetnika boje, te mu je ovim želio odati počast.

Boja ili crno-bijelo

U jednom je davnom televizijskom razgovoru jedan od najvećih snimatelja starije garde, Meksikanac Gabriel de Figueroa, veliki meštar crno-bijele fotografije, govoreći o otporima koje osjeća prema snimanju u koloru, rekao kako se razlike i nesporazumi između crno-bijele i obojene slike mogu svesti na dva temeljna čimbenika: prvi se tiče tehničke, a drugi emotivne strane. Ono prvo je danas već manje-više svladano. Kolor-emulzije su usavršene, boje više nisu onako neprirodne kao što su bile u početku i može se posve pristojno snimati u koloru. No, emotivne se razlike ne mogu tako lako svladati kao tehničke. Kolor je dobar za laki žanr. Kolor je nedramatičan. Kolor teži uveseljavanju...

¹ Jerzy Plazewski, filmski teoretičar, djelo *Język filmu* (*Jezik filma*).

Takva su mišljenja prošlost. Danas je već potpuno razvijena svijest da boja i šarenilo nisu sinonimi. Plazewski¹ navodi da boja može:

- povećati likovnu ekspresiju filma
- film približiti objektivnom odrazu stvarnosti
- obavljati različite dramaturške funkcije.

Sve se to ne odnosi na slučaj kad je boja slučajni pratilac, “dobrovoljni” dodatak crno-bijeloj slici. Boja ne smije biti u podređenu položaju. Kod filmske slike, koja je u prvom redu realistična, boja obogaćuje oblik, upotpunjuje ga i daje mnoštvo dodatnih obavijesti o ugođaju.

To što je mučilo Figuerou, mučilo je i mnoge snimatelje stare škole (iako je Figueroa poslije sasvim uredno snimao u koloru), jer otpori koji su se kod starijih snimatelja javljali prema obojenoj slici jednaki su onima koji su se kod filmskih stvaratelja javljali prema zvuku u doba njegova uvođenja. (Poznato je da su prvi zvučni filmovi bili lakog žanra, jer se smatralo da zvuk unosi izvjesnu mjeru neozbiljnosti i nedramatičnosti.) Bitna je razlika između crno-bijelog i kolora sadržana u onom poznatom likovnom

Slika 1.

Ovaj će predložak (nije baš ruža, nego karanfil) u crno-bijeloj tehnici biti plošan, niska kontrasta, nedramatski (ako uvjetno prihvatimo kontrast kao izraz dramatičnosti), a sadržaj jedva razaznatljiv.

Snimila Aleksandra Dabanović, ADU



rebusu: crvena ruža na zelenoj pozadini. U crno-bijelom taj se rebus pri difuznom svjetlu gotovo ne može riješiti. Moramo se poslužiti kontrastnim svjetlom i izmisliti neprirodne svjetlosne efekte kako bismo prikazali razliku između tih dviju boja koje se u crno-bijelom odslikavaju u gotovo istovrijednom tonu. Dakle, kontrast subjekta, gledan crno-bijelim okom, krajnje je nizak, gledan kolor-okom vrlo je visok: crvena i zelena komplementarne su boje, boje suprotnoga pola, vrlo kontrastne u međusobnom odnosu (slika 1.).

Budući da se u grafici likovni izraz osniva na ekspresivnosti kontrasta crno-bijelo, a kod kolora na ekspresivnosti i kontrastu boja, riječ je o dva različita pristupa.

Postoji, dakako, i treći pristup, najprimitivniji, onaj koji se nalazi na pola puta, a koji možemo paradoksalno nazvati - obojenim crno-bijelim.

Upravo su takvi bili prvi kolor-filmovi, a ima ih još i danas.

No, vrhunac je ono što se u posljednje vrijeme viđa na televiziji: kompjutorski bojeni stari crno-bijeli filmovi (mnogi su filmski kritičari doduše zgroženi nad tim, ali ne zbog likovnih razloga, nego zbog idolatrijskog odnosa prema nekim "kulturnim" filmovima). O boji kao o kreativnom elementu uglavnom se ne razmišlja. Na boju se gleda kao na slučajnog, dobrovoljnog suputnika koji se tu našao po samoj prirodi stvari, slijedom sve višeg tehničkog standarda. Većina se autora (mislim u prvom redu na redatelje i snimatelje) ne služi bojom kreativnije od prosječnog fotoamatera koji fotografira obitelj na nedjeljnom izletu.

Danas je sva nepregledna filmska i televizijska produkcija u koloru i tek se tu i tamo nađe neki entuzijast koji, da bi se nekako istaknuo, odluči svoj film snimiti u crno-bijeloj tehnici, što predstavlja obično suvišan napor, jer sve je danas u boji, i to u bilo kakvoj boji: od sofisticiranih kolorističkih bravura (Agnes Varda) do kompjutorskih bojenja starih crno-bijelih filmova, što djeluje poput onih vjenčanih slika što vise iznad kreveta u seljačkim kućama.

Slika 2.

Isti bi predložak, snimljen u boji, mjereno istom mjerom, trebao djelovati vrlo "dramatično", jer je kontrast, raspon, između zelenog i crvenog pola vrlo visok.

Snimila Aleksandra Dabanović, ADU



Nema tome dugo kako su se snimatelji zatekli u posebno dramatičnoj situaciji. Godinama su učili gledati svijet u crno-bijelim tonovima, silili se da boju prevode u crno-bijelu sliku s pomoću igre svjetla i sjene. Naučili su da postoje samo dva tipa kontrasta: kontrast sadržaja i kontrast svjetla, koji, zbrojeni u pravim omjerima, daju privid realne slike svijeta.

U doba između dvaju ratova u središnjoj je Europi vladala u fotografskim krugovima njemačka krilatica *fotografisch zu sehen lernen* - naučiti fotografski gledati. Kako bi što temeljitije izvršili to nasilje nad samim sobom, stajao im je na raspolaganju niz pomagala za eliminiranje boje: jaki plavi i narančasti filtri, razni *panglasi*² za promatranje scene, sve zato kako bi iz svoje svijesti izbrisali boju.

Nemogućnost privikavanja na novi faktor koji je postao odlučujući u tom obojenom svijetu upravo je razlogom mnogih razočaranja u odnosu na kolor-fotografiju. Sve je do nedavna proces razvoja snimatelja išao istim redom: najprije su svladavali crno-bijelu tehniku, pa bi zatim sa stečenim iskustvima stavljali u kameru kolor-vrpce i nastavljali kao da se ništa nije promijenilo. Snimali su kao crno-bijelo, a rezultat je bila

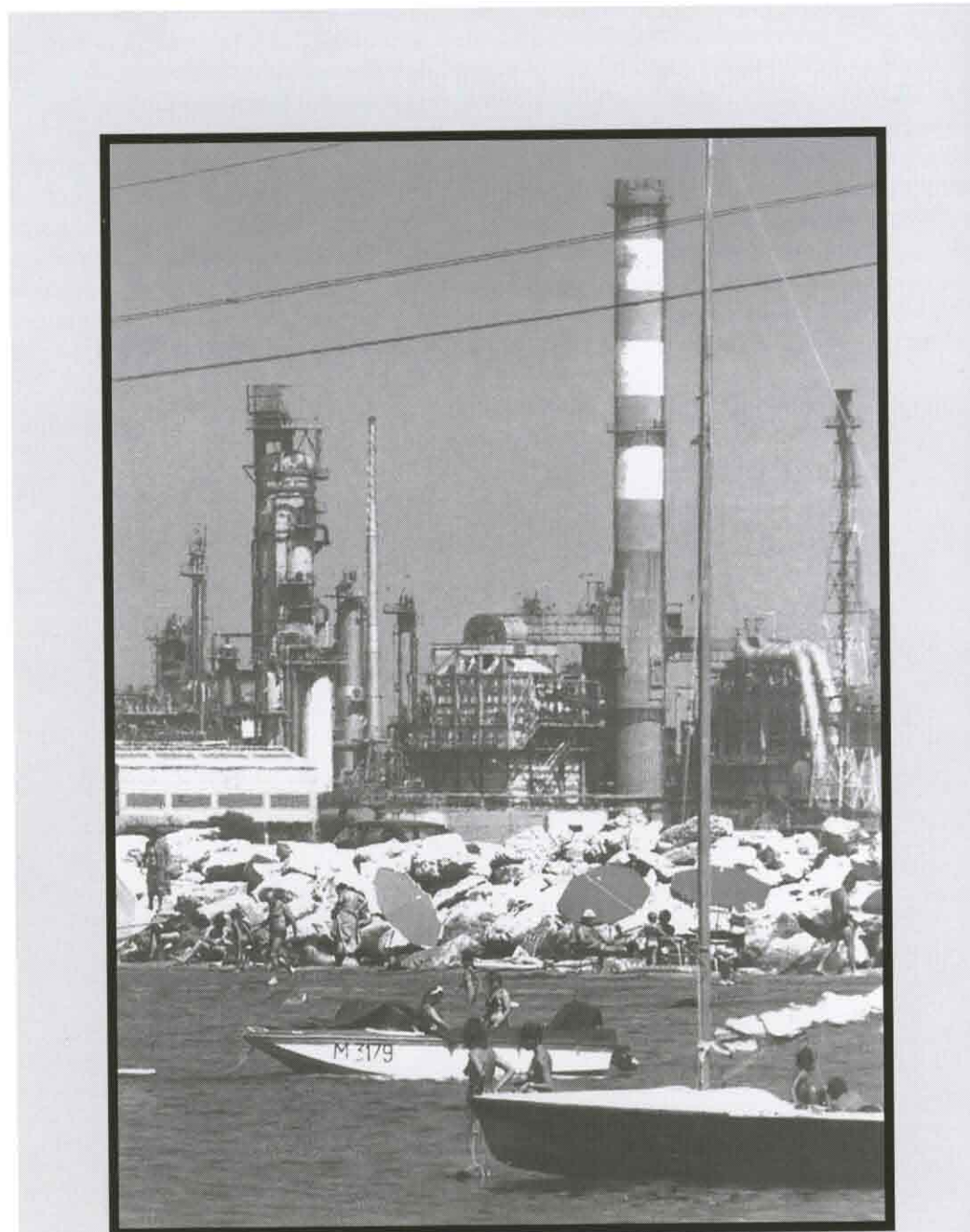
Slika 3.

Ovo je vrlo konfuzna crno-bijela slika po kojoj oko luta poput pijanca, tražeći bilo kakvo uporište, koje uz najbolju volju ne uspijeva naći. Osim toga, slika djeluje vrlo plošno, kao da tvornički dimnjak i ostali tvornički uređaji izrastaju direktno na rubu kamenih blokova u srednjem planu.

Tek s naporom otkrivamo skupinu kupaca pod suncobranima na podnožju velikog dimnjaka. Doista je teško otkriti što je središte interesa i gdje se nalazi na ovoj konfuznoj slici.



² *Panglas* (engl. *viewing filter*, *panchromatic vision filter*) poseban je blijedosmeđi filter koji se rabi za promatranje prizora u tonovima približno onih vrijednosti kakve će biti zabilježene na crno-bijeloj pankromatskoj emulziji filma.

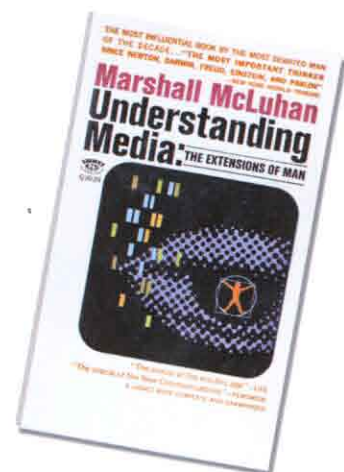


slika u boji. U prvi su mah bili oduševljeni. Slika je obojena, šarena. Sve je tu: i zelena trava i plavo nebo i šarena kostimografija. No taj je zanos trajao vrlo kratko. Nakon nekog vremena ustanovljavali bi kako im je slika siromašnija nego prije, kako je boja samo smetnja, kako je crno-bijelo ljepše i "dramatičnije" (Figueroa!). Oni slabije volje i ustrajnosti odustajali bi, nevoljko i nenadahnuto snimali bi u koloru, tvrdeći kako je grafika plemenitija i umjetničkija, kako je kolor kič i kako se snimatelj, snimajući u boji, svodi na pukog registratora stvarnosti.

To su razlozi zbog kojih je Gabriel de Figueroa osjećao otpor prema boji. Taj otpor osjećaju svi koji su počeli s crno-bijelom slikom, iako danas tako počinje sve manje snimatelja i fotografa.

Ipak, ne postoji dilema je li bolje, ljepše, ekspresivnije ili modernije, teže ili lakše snimati u koloru ili u crno-bijelom.

Kao što u likovnoj umjetnosti ravnopravno egzistiraju grafika i slikarstvo, te ni jedno nije u podređenu položaju, tako i u kinematografiji treba jasno lučiti grafički i koloristički pristup filmskoj slici (slike 3. i 4.).



Slika 4.

Međutim, isti sadržaj reproduciran u boji pokazuje sasvim drugu sliku.

Uspostavljen je red, i oko najednom zna kamo i kuda valja krenuti pri "čitanju" slike. Najprije će se zaustaviti na skupini kupaca ispod dva crvena suncobrana i zaključiti da je ovdje središte interesa i ključ za istraživanje ove, sada mnogo urednije slike. Osim toga, najednom je nestalo one crno-bijele plošnosti. Dimnjak i tvornička postrojenja sada jasno stoje u zadnjem planu, daleko iza kupaca. Ista slika, ali ipak sasvim drukčija!

To svjedoči o činjenici da nam kolor u izvjesnim slučajevima daje brojnije i točnije informacije o sadržaju prizora nego crno-bijela slika. Osobito je to izraženo kod televizijske slike, koja je (po McLuhanu³) "nisko definirajući medij", pa ju boja upotpunjuje i čini čitljivijom i bogatijom u smislu količine informacija koje nam pruža sa svojeg malog ekrana. Ipak treba naglasiti kako kolor, unatoč svemu, kao sredstvo izražavanja nije ništa bolji ni plemenitiji od crno-bijeloga.



³ Marshall McLuhan, teoretičar medija, djelo *Understanding Media: The Extensions of Man*.

Pogled unatrag (*Flash-back*)

Godine 1861. u Royal Institutionu u Londonu škotski fizičar i matematičar sir James Clerk Maxwell demonstrirao je aditivnu⁴ analizu i sintezu boje. Thomas Sutton mu je pripremio tri odvojena negativa jedne obojene vrpce, snimljene kroz staklene ćelije napunjene otopinom metalnih soli, koje su mu služile kao filtri za crvenu, zelenu i plavoljubičastu komponentu.

Dijapozitivi tih triju negativa projicirani su s pomoću *laterne magike*⁵ kroz iste filtre, i na bijelom platnu sintetizirani u obojenu sliku. Očito je da Clerk Maxwell nije imao potpuno povjerenje u tu teoriju boje, jer poslije Sutton objavljuje da je od njega tražio da pripremi još jedan negativ, četvrti, snimljen kroz žuti filtar. Za taj se negativ pretpostavljalo da bi mogao biti moguća alternativa za crvenu komponentu.

Prva fotografija u boji, glasovita Maxwellova slika prugaste vrpce za odličja. Najprije su snimljeni odvojeni dijapozitivi vrpce kroz crveni, zeleni i plavi filtar. Zatim su tri dijapozitiva projicirana s pomoću tri *laterne magike* kroz jednake filtre. Točnim preklapanjem triju projiciranih slika postizala se reprodukcija boja vjernih originalu.



Iako je kolor-reprodukcija snimljene vrpce bila daleko od savršene, tim je eksperimentom Clerk Maxwell postavio temelje trikromatske fotografije i aditivnog procesa. Aditivni su procesi dominirali u fotografiji sve do pojave troslojnog filma (*Kodachrome*, 1935.).

⁴ *Aditiv* (prema lat. *additivus*) - pribrojni, koji treba dodati; srodni su pojmovi *adicija* (prema lat. *additio*) - zbrajanje, dodavanje, i *adirati* (prema lat. *addere*) - zbrajati, zbrojiti, priračunati, jedan iznos dodavati drugome.

⁵ *Laterna magica* (lat.), "čarobna svjetiljka" izumitelja Athanasiusa Kirchnera, iz 1646. Naprava za projiciranje povećanih slika na platno.

⁶ *Suptraktiv* - onaj koji se oduzima nečemu, od pojma *suptrakcija* (prema lat. *subtrahere* - maknuti ispod čega, ukloniti) - oduzimanje, odbijanje.

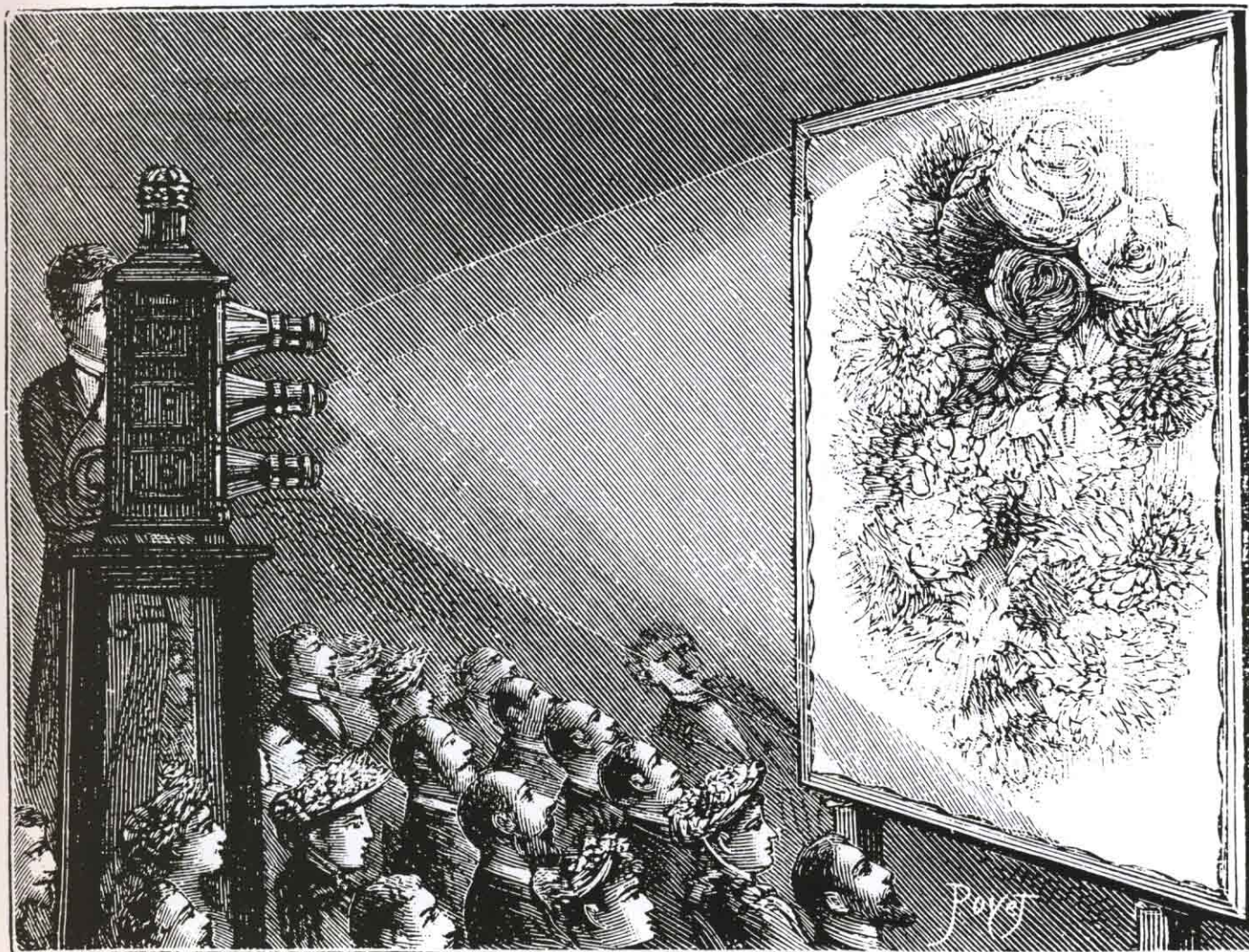
Francuski znanstvenik Louis Ducos du Hauron (1837. - 1920.), koji se bavio fotografijom, predložio je 1864. godine aparat s više objektivna za snimanje i reprodukciju serije slika objekata u pokretu. No, sam aparat nikad nije napravljen.

Godine 1868. patentirao je postupak trobojne fotografije. Zajedno s drugim autorima objavio je 1896. godine u listu *Les Couleurs en Photographie, Solution du Probleme* teoriju kojom opisuje ne samo aditivni sustav nego i, doduše u grubim crtama, suptraktivnu⁶ metodu snimanja u boji. Ni jedan od tih procesa nije bio prakticiran u to vrijeme. Kao što to biva, umro je u siromaštvu.

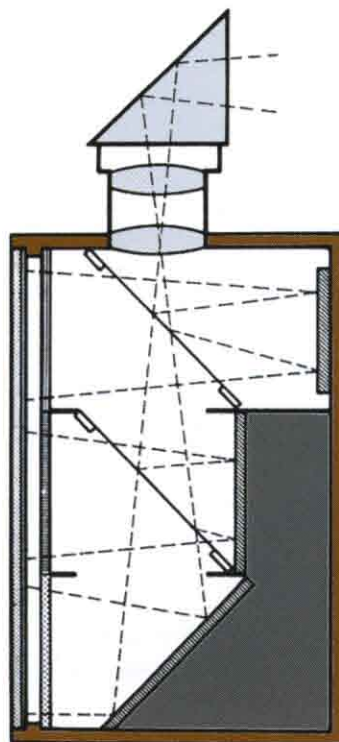
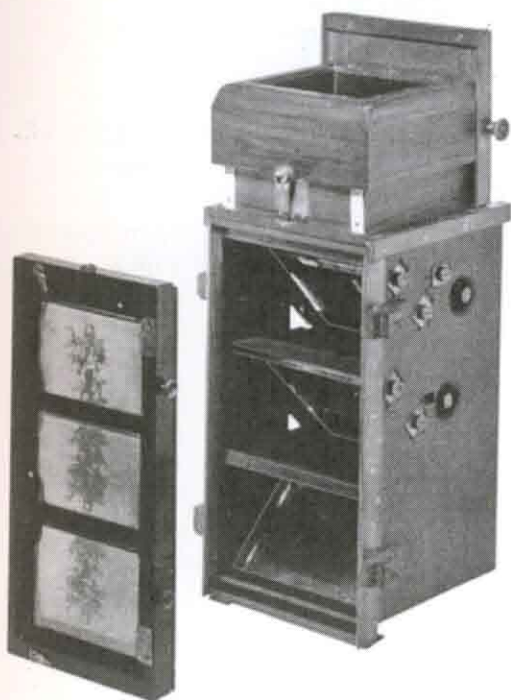
Svi su rani pokušaji ostvarenja fotografije u boji propadali zbog težnje da se boja na bilo koji način snimi direktno na fotografsku emulziju, da se jednom jedinom ekspozicijom stvori obojena slika. No, to nije ostvareno sve do danas. Još uvijek ne postoji ni jedan direktan fotografski proces u boji.

Praktički su svi današnji procesi indirektni. U njima se najprije stvara crno-bijela slika, koja je osnova za kasnije stvaranje slike u boji. Trebalo je dočekati ovo doba elektronike da se ispuni davnašnja želja direktnog snimanja boje.

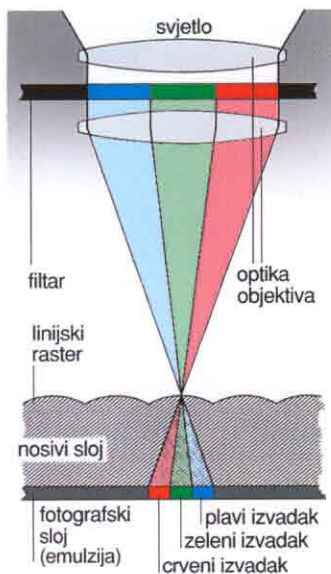
No, to ipak nije ostvareno fotografskim, nego elektroničkim postupkom.



Nekadašnje prikazivanje trobojne projekcije s pomoću posebne *laterne magike* utemeljeno je na Maxwellovu načelu aditivne sinteze boja.



Iako suptraktivni teoretičar, du Hauron je konstruirao fotoaparate koji slijede aditivno načelo. Njegov *Kromographoscope* koristio se i za promatranje dijapozitiva u boji koji su bili njime snimljeni.



⁷ Lentikularni je film pankromatski senzibilizirana crno-bijela vrpca, koja je na svojoj osnovici, smještenoj sučelice objektivu, imala guste horizontalne nizove transparentnih, polucilindričnih ispučenja ili sićušnih leća. Ispred objektivna kamere bio je smješten triplet filtera u aditivnim bojama. Zahvaljujući takvoj geometrijskoj "organizaciji" lentikularne vrpce i optike na kameri, integralno je polje slike bilo razdijeljeno na vrlo velik broj crno-bijelih segmenata koji su reprezentirali mjesta ekspozicije tripleta aditivnih boja. Ako se tako dobivena crno-bijela slika projicirala jednakim optičkim sustavom koji je korišten pri snimanju, dobivala se za to doba atraktivna pokretna slika u boji.



Povećana snimka presjeka *Dufaycolor* filma, na kojoj je vidljiv mozaični raster plavih, crvenih i zelenih linija.

Jedini praktični sustav direktnog snimanja u boji osniva se na elektroničkom kodiranju boja pri snimanju videoslike u boji na magnetsku vrpcu.

Plažewski smatra da se za početak filma u boji mogu uzeti godine 1935. - 1936., kad su snimljeni filmovi *Becky Sharp* (Mamoulian) i *Grunja Kornakova* (Ekk). To su prvi filmovi koji su problemu boje prišli kao estetskom, a ne kao tehničkom problemu.

Težnja da se sirovu kinematografsku sliku oplemeni zvukom i bojom pratila je kinematografiju od samih njezinih početaka. Neki od prvih filmova, prikazani 1896., bili su bojeni rukom. To je radila grupa strpljivih djevojaka od kojih je svaka bojila svoj dio sličice jednom bojom, i to kistom, sličicu po sličicu.

Metoda šablone

S porastom dužine filma i broja kopija, bojenje rukom postalo je nepraktično. U tvornici *Pathé Freres* izmislili su metodu izradbe posebnih šablona: izrezali bi iz svake sličice dijelove koji odgovaraju određenoj boji. Izrađivalo se i do 6 šablona, ovisno o broju boja kojima se kopija bojila. Svaka je šablona tada, priljubljena uz kopiju, prolazila kroz stroj za bojenje, a boja je prijanjala samo na onaj dio slike koji nije bio pokriven šablonom.

Ovaj *Pathécolor* sustav bio je u uporabi od 1905. pa sve do tridesetih godina.

Toniranja i viraž

Jeftinije bojenje slike izvodilo se kemijski, toniranjem, pri čemu je crno-bijela slika preokretana u obojenu, ali tako da su samo površine pokrivene srebrom bile obojene, a svjetla su ostajala bijela. Kod viraža je bilo obratno: svjetla su bila obojena, a sjene su ostajale crno-bijele. Poneki put su se primjenjivale obje metode istodobno.

Fotografija u bojama

Iako je teorija kolor-fotografije bila poznata već 1855., a James Clerk Maxwell ju je prikazao 1861. godine, na filmu nije bila primijenjena sve do pojave *Kinemacolora*, prikazanog 1909., a lansiranog 1911. godine.

Postupak se bazirao na dvobojnom aditivnom procesu koji je britanski izumitelj G. A. Smith patentirao 1906. Taj je proces iskorištavao perzistenciju vida kojom se moglo kombinirati dvije crno-bijele slike, obojene projekcijskim svjetlom, kroz rotirajući crveni i zeleni filter. Snimalo se na sličan način, naizmjenice kroz crveni i zeleni filter, a crno-bijela kopija bila je projicirana frekvencijom od 32 sličice u sekundi. Usprkos manama, taj je proces komercijalno bio veoma uspješan.

Sljedeći dvobojni aditivni postupak koji je sukcesivno miješao crvenu i zelenu sliku (npr. *Raycolor*, 1928. - 1935.) i trobojni koji je miješao crvenu, zelenu i plavu sliku (npr. *Opticolor*, 1934. - 1939.) bili su u ograničenoj komercijalnoj uporabi. Svi su ti sustavi tražili modificirane kamere i projektore.

Uspjeliji aditivni sustav rabio je kao podlogu *lentikularni film*⁷ (npr. *Kodacolor*, 1928. - 1935.) ili tome sličan *mosaic screen* (npr. *Dufaycolor*, 1931. - 1947). Takvi su postupci omogućavali da se film snima i reproducira na standardnim projektorima.

Budući da svi aditivni sustavi pretpostavljaju i velik gubitak svjetla pri projekciji (oko 70% svjetla apsorbiraju filteri), uskoro su ih sasvim istisnuli novi suptraktivni kolor-postupci, kod kojih se boja formira direktno na filmu.

Najraniji su postupci bili dvobojni, od *Kodachromea* (1915.) i *Prizmacolora* (1919.) do najuspješnijeg komercijalnog postupka *Cinecolor* (1932. - 1952.). Svi su oni rabili dvoslojnu emulziju s dvije suptraktivno obojene slike.

Technicolor se najprije pojavio kao dvobojni postupak. Od 1922. do 1928. kopije su

bipak-film: površine dviju emulzija
tjesno su priljubljene
(emulzija prema emulziji)

prednja je emulzija
osjetljiva na plavo,
a stražnja na crveno

magenta filtar
propušta samo crveno i
plavo svjetlo

svjetlo
ulazi u kameru
kroz objektiv

dvije
sljubljene
prizme

film prihvaća zelenu sliku
- emulzija je okrenuta
prema prizmi

filtar koji propušta
samo zeleno svjetlo

zlatom presvučena osnova
prizme koja se ponaša kao
polupropusno zrcalo;
dio svjetla se odbija pod
pravim kutom prema
magenta filtru i bipak-
filmu, dok preostalo
svjetlo prolazi ravno prema
emulziji iza zelenog filtra

Shema Technicolor kamere.
Zlatom presvučeno zrcalo
postavljeno među slijepljenim
prizmama propušta jedan
dio svjetla prema filmu
osjetljivom na zeleno, a
ostatak svjetla reflektira
prema filmovima osjetljivim
na plavi, odnosno crveni dio
spektra.

se izrađivale tako da su se dvije pozitivne kopije lijepile jedna preko druge. Od 1929. do 1933. kopije se izrađuju mehaničkim prijenosom dviju obojenih slika imbibicijskim tiskanjem, a od 1933. tri suptraktivno obojene slike tiskaju se na sličan način. Od 1934. pa do 1953. snimalo se na tri separata negativ, koji su simultano bili eksponirani u kompliciranoj trovrpčanoj kameri. Od 1953. godine rabe se moderni *tripak* kolor-negativi, od kojih se prave matrice za kasnije tiskanje.

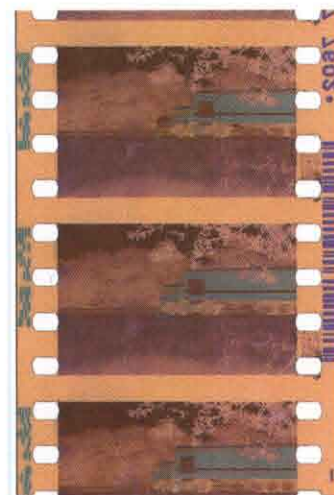
Tripak filmovi

Princip snimanja triju odvojenih slika na jednu vrpca, kako ga je još u prošlom stoljeću opisao Ducos du Hauron, nije se pretvorio u praksu sve do tridesetih godina XX. stoljeća. *Gasparcolor* (1934.) bio je postupak samo za kopiranje pozitiva. Na podlozi su bila dva osjetljiva sloja na jednoj strani i jedan na drugoj.

Prva troslojna vrpca *Kodachrome*⁸, koja nosi tri osjetljiva sloja na istoj strani podloge, uvedena je 1935. kao preokretni film u 16 mm i 8 mm formatu.

U Njemačkoj se 1937. pojavljuje *Agfacolor*, najprvo kao preokretni 16 mm, a poslije, 1941., kao negativ/pozitiv. Nakon Drugog svjetskog rata taj se postupak zadržao kao osnova za nove postupke u mnogim drugim zemljama.

Značajan je napredak postignut 1951., kada se pojavio *Eastman Color*, sa sustavom integralnog kolor-maskiranja i poboljšanom kvalitetom reprodukcije boje. Taj je postupak danas prihvaćen širom svijeta.



Crvenkasti ton (*maska*), karakterističan za maskirane negativ kolor-filmove, služi za korigiranje nepravilnosti u reprodukciji boja pojedinih slojeva emulzije.

⁸ Njegove kromogene komponente bile su u razvijaču, za razliku od nešto poslije uvedenih preokretnih materijala čije su kromogene komponente bile u emulzijskim slojevima (npr. *Agfacolor*).

Razlikovanje i imenovanje boja

Smisao za boje srazmjerno je mlada tekovina ljudskog roda. To se očituje i u prilično kasnom razvoju smisla za boje u djece. Djeca i primitivni narodi razlikuju vrlo malo boja ili ih barem teško imenuju.

Teško bi bilo ustvrditi kako je u ranim povijesnim razdobljima ljudsko oko bilo neosjetljivo za boje, daltonističko. No, vjerojatno je bilo indiferentno, jer mu boja nije trebala u dekorativne svrhe kao danas, nego u prvom redu za "opipavanje" stvarnosti pogledom. *Pogled je samo prvi stupanj osjeta. Drugi je njuh, a treći opip.*

Boja također igra značajnu ulogu u znanosti o jeziku. Boje mogu pomoći pri otkrivanju uzajamne ovisnosti jezika i mišljenja: kako jezik ima veliko značenje u procesu spoznaje, jedan je od uvjeta da bi mozak reagirao na određene signale i pretvarao ih u značenja.

Jezik se sastoji od sustava znakova koji omogućavaju oblikovanje i izmjenu misli i iskustava, kao i svjesno stjecanje i akumuliranje znanja.

Izvorno su boje nazivane prema predmetima za koje su bile karakteristične. Osjetilne su oznake općenito, a za boje posebno, nastale poslije. Najprije su osobine stvari označavane imenima predmeta u kojima su se mogle prepoznati karakteristične osobine.

U prvom stupnju razvoja atributa bez sumnje nisu postojale posebne kategorije riječi koje bi izražavale predmetna obilježja.

Stari narodi bili su vrlo siromašni u označavanju i imenovanju boja, no razvojem industrije boja i tkanina, tiskarstva, kozmetike, itd., taj se smisao naglo razvijao.

Poznato je da su stari Grci u najranije doba bojili kipove crveno i da je to bila jedina boja kojom su ih ukrašavali. Crvenu su boju dobivali iz *sinope* (*cinober*).

U Ilijadi je i nebeska duga samo - crvena.

Primjerice, u sanskrtu⁹ *pálita* znači siva boja (grčki *polios*, latinski *palleo*). Kod nas se iz toga razvila riječ *plav*. Nadalje, u sanskrtu *hári* i *hárita* znači žut, zelen, zlatan i zlatnožut. U nas se riječ *zelen* razvila iz sanskrtskog *ghel*, što također znači i zlatan i zelen. Iz sanskrtskog *candra* (svjetlo) izvedeno je u latinskom *candidus* (bijel). *Nila* u sanskrtu označuje istodobno i plavo i crno i tamno.

Staronordijska riječ *rodra* značila je krv; ishodište je njemačkoj riječi *rot* i engleskoj *red*. Slično nalazimo u latinskom (*rutilus*) ili danskom (*rød*). Crveno je vjerojatno najstarije ime za boju u većini jezika (kod nas dijalektalno *rdeče*). Bijelo i crno također su među prvim samostalnim imenima boja. Ona su vjerojatno izvedena iz dana i noći (tama i svjetlo). Englesko *white* i njemačko *weiss* vode podrijetlo iz starogermanskog *witta*. Starogermansko *blá* označavalo je nešto tamno. Iz tog se poslije razvilo u engleskom *black* (crn), u njemačkom *blau* (plavo), a u talijanskom *blù* (plavo).

Za prosječnog čovjeka i danas boja često ima svojstvo predmeta: ljubičica je ljubičasta, naranča narančasta. U mnogim jezicima (uključivo i hrvatski) čak i ne postoji jasna razlika između boje i kemijske tvari kojom premazujemo neki predmet kako bismo ga obojili. U trgovini kažemo: *Dajte kilu crvene boje*.

Slikari imaju svoj posebni jezik za boje: *kadmiumgelb* (*kadmijevo žutilo*), *kadmij narančasto*, *kadmij crveno*, *kraplak*, *alzarin*, *karmin*, *englischrot*, *ultramarin*, *kobaltno plavo*, *prusko plavo*, *siena gebrannt* (žarena *siena*, žuta ili crvenosmeđa boja), *umbra gebrant* (žarena *umbra*, tamnosmeđa boja), *van Dyck smeđa*, *čađavo crna*...

Hrvatski je jezik vrlo siromašan kad je riječ o bojama. Dok, na primjer, u engleskom jezičnom fundusu postoji mnoštvo izraza, npr. *colour* (boja), *to dye* (obojiti umaka-

⁹ *Sanskrt* ("uređen") drevni je jezik Hinda na kojem je napisan veći dio njihove literature. Iako je kao narodni jezik izumro šest stoljeća prije naše ere, znanstvenici u Indiji i danas njime govore i pišu.

njem u tekuću boju), *tint* (lagani trag različite boje, nijansa), *hue* (boja, nijansa), *paint* (nalič), *to stain* (obojiti pigmentom koji penetrira), u nas za sve to postoji - *boja* i *obojiti*. Tek iz konteksta možemo naslutiti o kojoj je *boji* riječ. Ima doduše još nekoliko (uglavnom kolokvijalnih) naziva: bojica, farba, farbica, ali svi oni ipak ne unose neku posebnu jasnoću u ovo nazivlje.

Jednako je i s nazivima pojedinih boja. Postoje samo imena osnovnih boja: crvena, plava, žuta, narančasta, zelena, ljubičasta, modra, grimizna, zatim razne izvedenice - crvenoplava, žutonarančasta itd. Ima i boja čija su imena nastala kao direktne asocijacije na prirodne pojave, predmete ili vegetaciju: *ciklama crvena*, *lisno zelena*, *nebeskomodra*, *kestenjasta*...

Osim ovih naziva boja u naš su snimateljski rječnik ušle još dvije standardne boje: *cijan* (od grč. *kyáneos*, mrk, crnkasto modar) i *magenta* (čitaj mađenta - po sjevernotalijanskom gradu *Magenta*). Cijan je boja koja nastaje kad se svjetlo reflektira od površine koja apsorbira crveno, pa ostaje samo plavo i zeleno. Zbog toga se zove još i *minus crveno*.

Magenta je boja komplementarna zelenoj, zovu je još grimizna, purpurna i *minus zeleno*, jer kad se bijelom svjetlu oduzme zeleno, ostaje plavo i crveno. Sve ostalo je literatura koja se ispomaže opisnim terminima.

* * *

Od tisuću nijansi crvene boje jedino što ostaje u našem sjećanju jest "crveno". Isto je i s drugim bojama. Na zvuk riječi "crveno" u svakom će se od nas pojaviti neki mutni pojam crvenog, ali vjerojatno će u svakoga biti drukčiji. Sve je to vrlo neprecizno i po prilici.

Sve je to vrlo mutno (... *mutno je sve to u nama, draga moja, dobra Beatrice*, kako bi rekao Leone Glembay). Ali kad već spominjemo Krležu, pogledajmo kako ovaj naš najveći slikar među piscima imenuje boje.

Opisujući Anine šešire u *Zastavama*, Krleža spominje sljedeće boje:

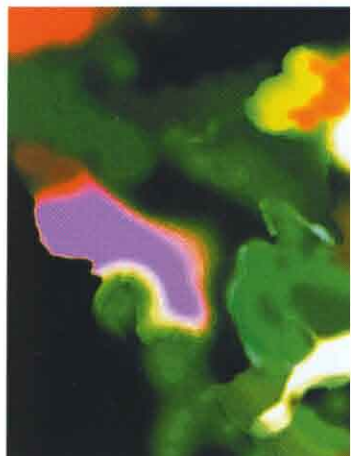
- | | |
|------------------------|-------------------|
| - boja mlijeka | - smaragdnozeleno |
| - boja gnjile višnje | - pastelnoplava |
| - boja senfa | - zlatnoprotkana |
| - boja duhana | - zlatna |
| - boja parma-ljubičica | - pastelnozeleno. |

A u *Banketu u Blitvi - Rekvijem za Karinu*:

- | | |
|--|---|
| - mračno zeleno | - pastelna vedrina u razdrtim oblacima |
| - kadmijum-narančasta | - blistava boja volujske krvi na majolici |
| - smeđezlatni odsjaj | - crveno masna |
| - žutosrebrni brokat | - bengalska boja karteče |
| - limunova svjetlost svilenih abažura | - tamnonarančaste buktinje |
| - limunastožučkaste plinske svjetiljke | - sivosrebrni dan |
| - sivosrebrni vrtlog munja | - blijedocrvenkasta |
| - beznadno sivo | - boja mračnog kobalta |
| - mračnozeleno poplava kao | - pakleno crna |
| tinta crnog ustalasanog mora | - mesarski krvava. |

Tako je to kod Krleže. A kako je u našim glavama i riječima? Ispitamo li svoje poznavanje i imenovanje boja, bit ćemo sigurno razočarani.

Međutim, što je zapravo boja?



Što je boja

Riječ boja u svakodnevnom životu ima mnogostruko značenje. Uza svu mnogostrukost, nedorečenost, zamućenost i nesigurnost, vezane uz taj pojam, jedno je jasno: ako boju možemo doživjeti samo našim optičkim aparatom, našim organom vida, tada je ona isključivo optički fenomen.

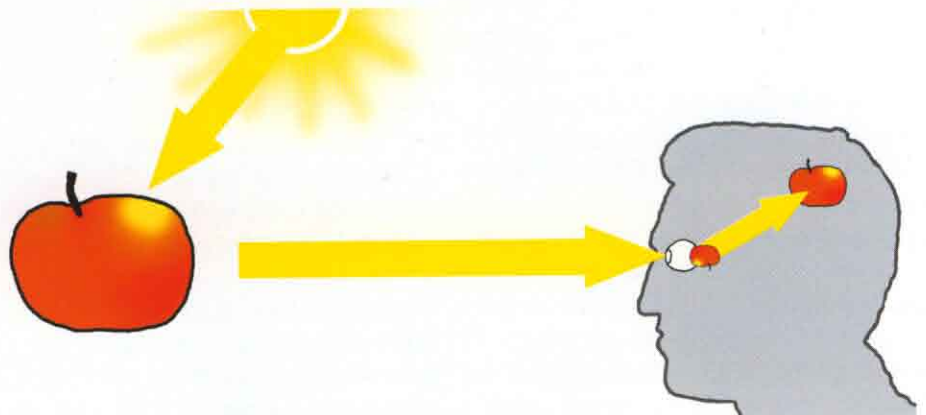
Boju dakle ne možemo opipati, nanjušiti, okusiti ili čuti. Ili možda možemo? Ako postoje tople i hladne boje, oštre i meke (opip), zasićene i nezasićene (njuh), ako glazbeni tonovi mogu imati boju, tada je boja ipak nešto univerzalno, nešto što osjećamo cijelim svojim bićem, što čujemo, pipamo, njušimo. Pojava koja se uvukla u najdublje pore našeg bića, preplavljeni smo njome, opkoljeni sa svih strana, osjećamo ju svim osjetilima, ali je ipak ne znamo ni točno definirati, ni točno identificirati.

Za neki ugođaj možemo reći kako je imao boju jutra. Za nečije oči da su boje neba, a za druge da imaju boju leda. Govorimo o toploj boji saksofona i metalnoj boji trube. Kišni dan može biti sive boje, a ljetno jutro može imati boju meda. Čak postoji i boja mraka...

Ne kaže se bez razloga kako su u mraku sve ovce crne, jer je i najšarenija stvar na svijetu u mraku crna. Crno znači isto što i bezbojno, jer crno u biti nije boja. Dakle, predmeti u mraku gube svoju boju. Znači li to da u mraku boju nekog predmeta više ne vidimo, ili možda u mraku boja prestaje postojati?

Ako pogledamo u bilo koji leksikon ili fizikalni priručnik, naći ćemo lakonsku definiciju da je *boja psihofizikalni fenomen induciran svjetlom*. Također možemo pročitati kako je to *osjećaj koji u oku izaziva svjetlost emitirana od nekog izvora ili reflektirana od površine nekog tijela*. No isto se tako pojmom boje određuje i pojam bojila i pigmenta. I dalje se kaže da je efekt tog fenomena, u smislu osjećaja i doživljaja boje, ovisan o tri čimbenika:

- o spektralnom sastavu svjetla koje pada na promatrani predmet
- o molekularnoj strukturi materijala od kojeg se svjetlo odbija, ili tvari koja ga propušta, i
- o našim osjetima na boje, kroz oči i um.



Ne istražujući tome dublje razloge, moramo se zadovoljiti jednim vrlo jednostavnim objašnjenjem: boja čovjeku nije bila nužna da bi preživio, kao što su to bili neki drugi osjeti. Šušanj trave pračovjeku iza leđa, ili pokret lista na rubu njegova vidnog polja, bio je mnogo važniji za njegovo održanje od boje. Boja je rezervirana više za užitke, za dokolicu, za prepoznavanje dobrog jela, skladnog interijera, lijepo odjevene žene. Jednom riječju - raj za oko. I to je vjerojatno razlogom što se boja i osjećaj za boju relativno kasno razvio.

Atributi boje

Kao što smo vidjeli, boje se mogu definirati svojim uobičajenim imenima (žuta, plava, crvena, itd.), ali i opisnim, literarnim izvedenicama, ali to ne govori ništa, ili vrlo malo, o njihovim izražajnim vrijednostima.

Zato postoje tri atributa koji uže definiraju svaku boju. To su:

- bojeni ton ili tonalnost boje
- zasićenost ili saturacija
- svjetloća ili luminancija.

Potreba za jasnim opisivanjem i razvrstavanjem boja rezultirala je razvojem nekoliko znanstvenih sustava klasifikacije boja.

Vjerojatno je najpoznatiji i najiscrpniji Munsellov standard¹⁰. Kako on uspostavlja razlikovanje *triju dimenzija boja*, te klasificira boje prema njihovu *tonu*, *zasićenosti* i *svjetloći* (što je vidljivo na shematiziranom Munsellovom tijelu boja), najprije valja razjasniti značenje tih pojmova.

*Bojeni ton*¹¹, *tonalnost*, označava vrstu boje, "boju po sebi". Pokatkad se definira i kao *kromatska kvaliteta* boje.

Da bismo pojasnili pojmove *zasićenost*¹² i *svjetloća*¹³, najprije trebamo boje podijeliti u dvije osnovne skupine. U prvoj se nalaze prave boje, kao što su crvena, narančasta, žuta, zelena, plava, itd., koje nazivamo *kromatskim bojama*, ili jednostavno *bojama*.

U drugu grupu spadaju crna, siva i bijela, koje nazivamo *akromatskim bojama*, ili jednostavnije *nebojama*. One tvore jednostavnu skalu koja seže od najcrnije crne, preko sive, do blještavo bijele. Njih možemo shvatiti kao pigmente, kemijske tvari nanese na neku podlogu, ali i kao najblještavije svjetlo koje dolazi iz nekog izvora, pa sve do potpunog, najcrnjeg mraka.

Neke od kromatskih boja tamnije su ili svjetlije od drugih i moguće je uspoređivati svaki stupanj njihove svjetloće sa svjetloćom sive akromatske boje. Ta se osobina naziva *svjetloća ili luminancija*. To je relativna količina svjetla (bilo koje valne dužine) koju boja prividno emitira.

Ako se pak neka pigmentna boja miješa s akromatskom bojom (bijelom, sivom ili crnom) jednake svjetloće, svjetloća boje ostaje ista. Nastala promjena u kvaliteti, odnosno čistoći boje, ovisi o relativnoj količini ovih dviju komponenata. Ta se osobina naziva *saturacija ili zasićenost*¹⁴. To je stupanj do kojeg se boja čini čistom¹⁵.

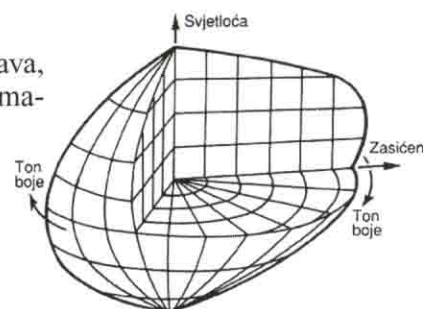
Zbog toga su žive boje visoko zasićene, a blijede više ili manje nezasićene ili desaturirane. Spektralne boje, koje se nalaze na uskim prugama spektrograma, imaju zasićenost 100%, dok siva, crna i bijela imaju zasićenost nula.

Spektralno čiste boje svjetla mogu se učiniti manje zasićenima dodavanjem bijelog svjetla, ili svjetla komplementarne boje.

Ako neku boju posvjetljujemo, dodajemo joj bijele, bilo pigmentom ili svjetlom (nadekspozicijom), činimo ju manje zasićenom, ali veće svjetloće. Tako su svjetloća i zasićenost često međusobno ovisne vrijednosti.

Kao što akromatske boje možemo shvatiti kao nanese pigment, ali i kao svjetlo samo (emitirano, reflektirano itd.), isto vrijedi i za kromatske boje.

Ti se termini (boja, zasićenost i svjetloća) smatraju subjektivnim mjerilima. Objektivni su im ekvivalenti dominantna valna dužina, čistoća i fotometrička mjera *luminancije*¹⁶.



Shematizirano Munsellovo tijelo boja.



kromatske boje



akromatske boje



svjetloća boja



zasićenost boja

¹⁰ Uz Munsellov sustav u Europi se rabi i DIN 6164.

¹¹ Engl. *hue*, njem. *Farbton*.

¹² Engl. *chroma* ili *saturation*, njem. *Farbsättigung*.

¹³ Engl. *value*, njem. *Farbhelligkeit*.

¹⁴ Za isti se pojam rabe i nazivi *čistoća* ili *intenzitet*.

¹⁵ Kod nas se kaže i da su zasićene boje živahne, a nezasićene blijede, mutne ili zagasite.

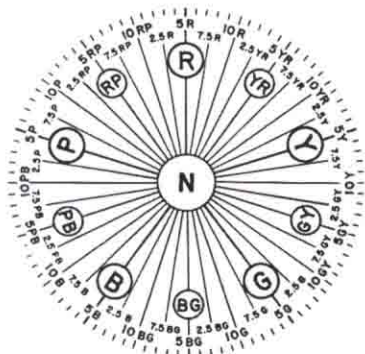
¹⁶ Ili hrv. *svjetljivosti*.

Munsellov sustav klasifikacije boja

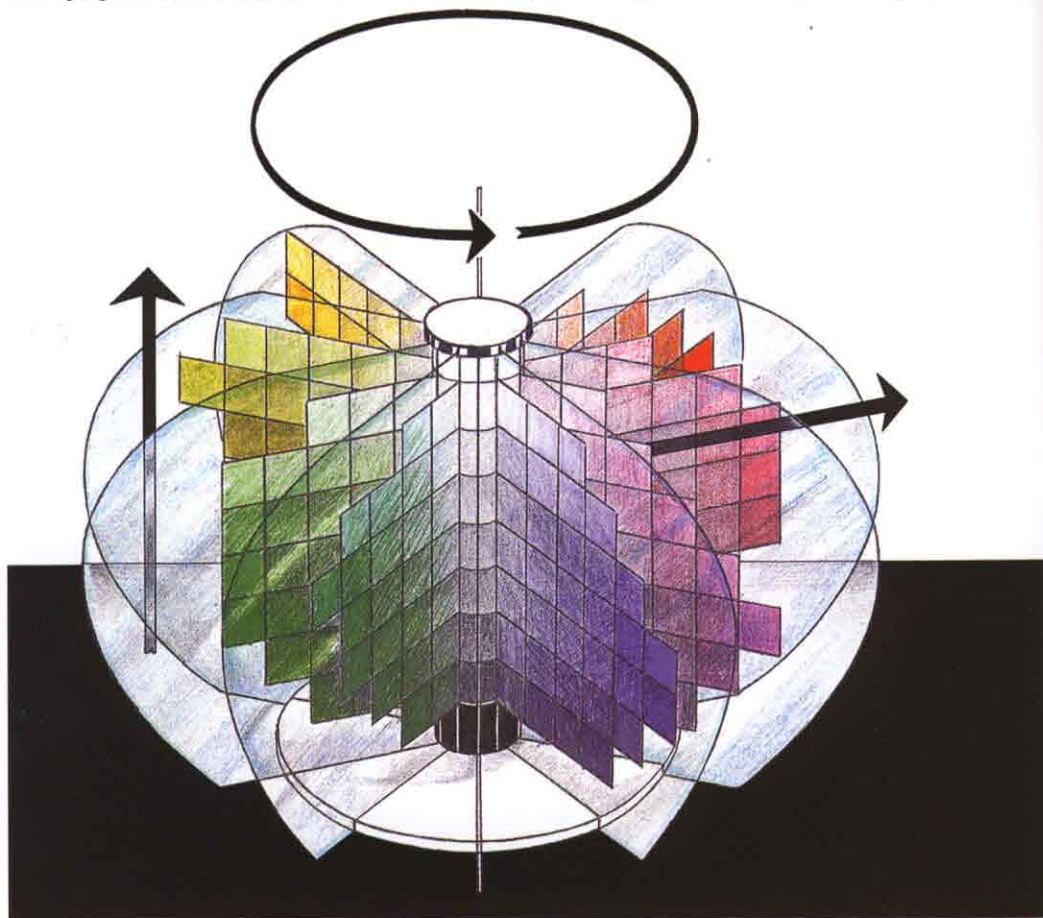
Američki slikar portretist Albert Munsell načinio je 1915. godine trodimenzionalni sustav boja, tzv. Munsellovo tijelo boja, u kojem su boje razvrstane na osnovi svojih zamjetljivih karakteristika - tona, svjetloće i zasićenosti. Munsellov sustav ipak najzornije predočava maketa u obliku drveta¹⁷, pa se najčešće tako i prikazuje (slika 5).

Slika 5.
Munsellovo stablo boja

¹⁷ Za Munsellov sustav se može reći da je napravljen u obliku drveta, grma, valjka ili tijela. Kad se govori o Munsellovu stablu boja, drvetu boja, grmu boja, valjku boja ili tijelu boja, govori se uglavnom o istom pojmu.



¹⁸ Drvo može imati manji ili veći broj grana, npr. četrdeset, ili sto (kao na ovoj shemi), čime se postiže finije nijansiranje. Usporedi s Munsellovim desetodijelnim krugom boja u poglavlju *Komplementarne boje* (slika 22.).



U Munsellovu drvetu obično ima dvadeset *grana* s dvadeset različitih tonova boje¹⁸ - pet osnovnih boja: crvena, žuta, zelena, plava i ljubičasta, te petnaest međutonova¹⁹.

Svjetloća boje određena je udaljenošću bojenog uzorka od vrha stabla - što je bliže vrhu, to je boja svjetlija.

Zasićenost boje u Munsellovu je drvetu određena udaljenošću od središta stabla u vodoravnom smjeru.

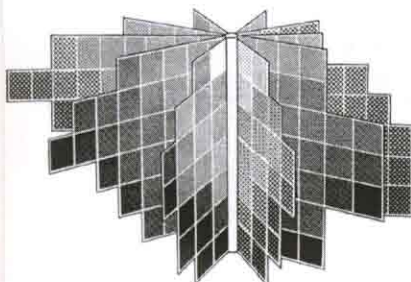
Uzorci najzasićenijih boja najudaljeniji su od središta stabla i nalaze se na samom rubu krošnje.

Munsellov je sustav zapravo materijalni standard boje, i kao takav pogodan je za praktično definiranje boja. Sustav praktično funkcionira na načelu jednostavne vizualne usporedbe: pronalaženjem polja boje najslučajnije boji našeg uzorka i očitavanjem njegove oznake.

Boje se po tom međunarodno prihvaćenom sustavu označavaju šiframa, npr. *Munsell 5G 5/10*, gdje su redom zabilježeni podaci o tonu, svjetloći i zasićenosti boje.

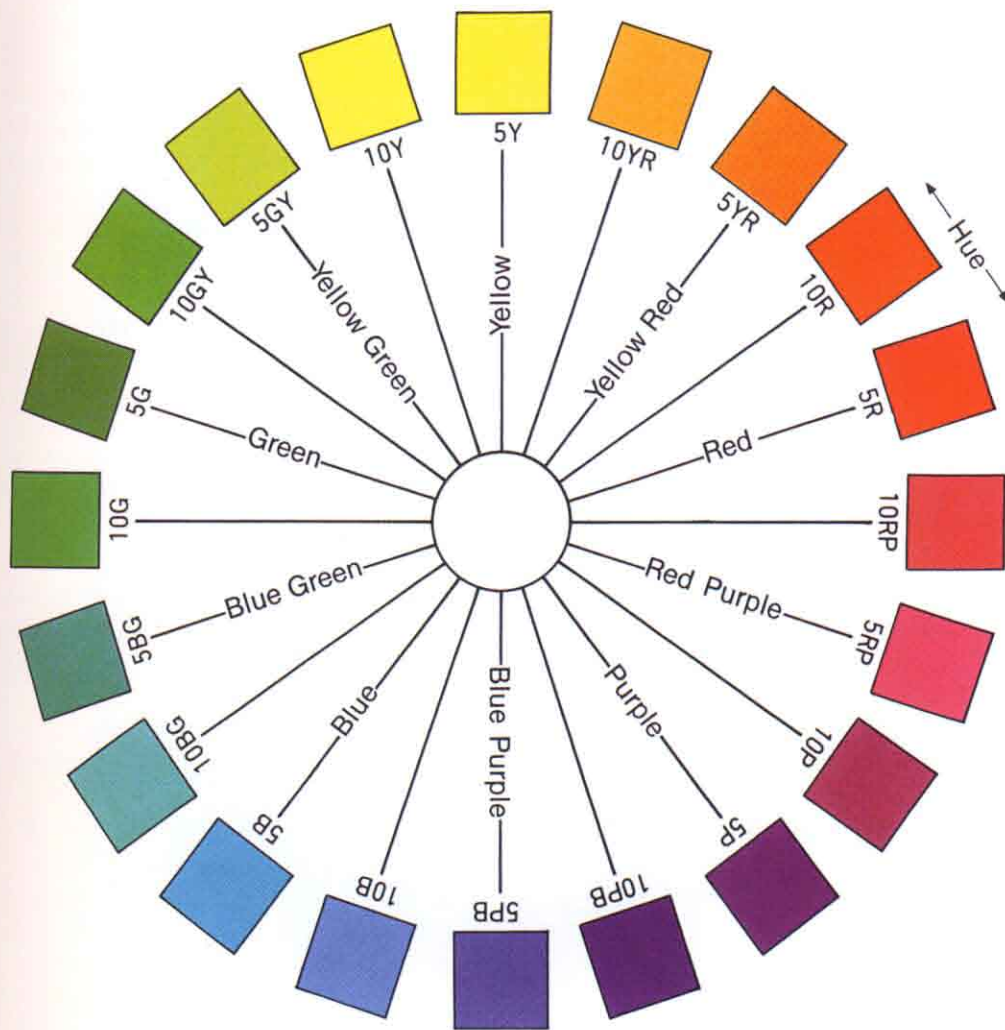
Dani primjer označava jednu srednje zelenu (5G), srednje svjetloće (5), vrlo zasićenu (10), to jest 10 koraka od sive - to je najveći stupanj zasićenja koji ta boja može postići u ovoj svjetloći.

Tim je podacima boja potpuno određena.



¹⁹ Sustav se može prikazati i kao otvorena knjiga s deset, dvadeset ili četrdeset listova.

nalni
vojih
naj-
a 5).



Slika 6.
Uzorak čiju boju želimo definirati - zelena šalica.

Slika 7.
Munsellov (dvadesetodijelni) kotač boja na kojem tražimo polje boje najbližnje našem uzorku - zelenoj šalici.

Zasićenost

	/1	/2	/4	/6	/8	/10	/12	/14
9/								
8/								
7/								
6/								
5/								
4/								
3/								
2/								
1/								

Svjetloća



Slika 8.
Stranica boje 5G - vrijednosti svjetloća i zasićenja. Na njoj tražimo polje boje najbližnje boji naše šalice.

Napomena: Zbog tiskarskih ograničenja u reprodukciji boja ova stranica boje ne može poslužiti kao materijalni standard boje, nego samo kao ilustracija.

Što je svjetlo

Po definiciji *Opće enciklopedije* Leksikografskog zavoda *svjetlo je elektromagnetsko zračenje, koje se opaža očima* (tzv. vidljivo svjetlo).

Po jednoj drugoj definiciji *svjetlo je oblik energije zračenja koja nastaje atomskom interakcijom u fizikalnoj strukturi materije*²⁰.

Prva od tih dviju definicija jasna je sama po sebi, a drugoj moramo vjerovati, iako ju ne moramo razumjeti. Newton, Fresnel, Young, Maxwell i Einstein dovoljno su veliki autoriteti da nam se glave pod teretom njihovih imena same od sebe prigrabaju. I upravo se zato ne smijemo zaustaviti na prvoj, tako jednostavnoj i uvjerljivoj definiciji, nego smo prisiljeni odškrinuti vrata čudesnog svijeta fizike i sasvim malo zaviriti u svemir. U univerzumu, tom neizmjernom području između Sunca i nas, i oko nas, vibriraju neprestance, lome se, ogibaju, prelamaju i pretječu neizmjerne količine energije, označene kao elektromagnetska zračenja, u čiji golemi spektar spada kao jedan sićušni dio i ono što obično nazivamo *vidljivim svjetlom*.

No, vratimo se onoj definiciji svjetla koja tvrdi kako se *energija zračenja, nastala atomskim promjenama u fizikalnoj strukturi materije rasprostire od svog izvora u svim pravcima i širi u obliku valova*.

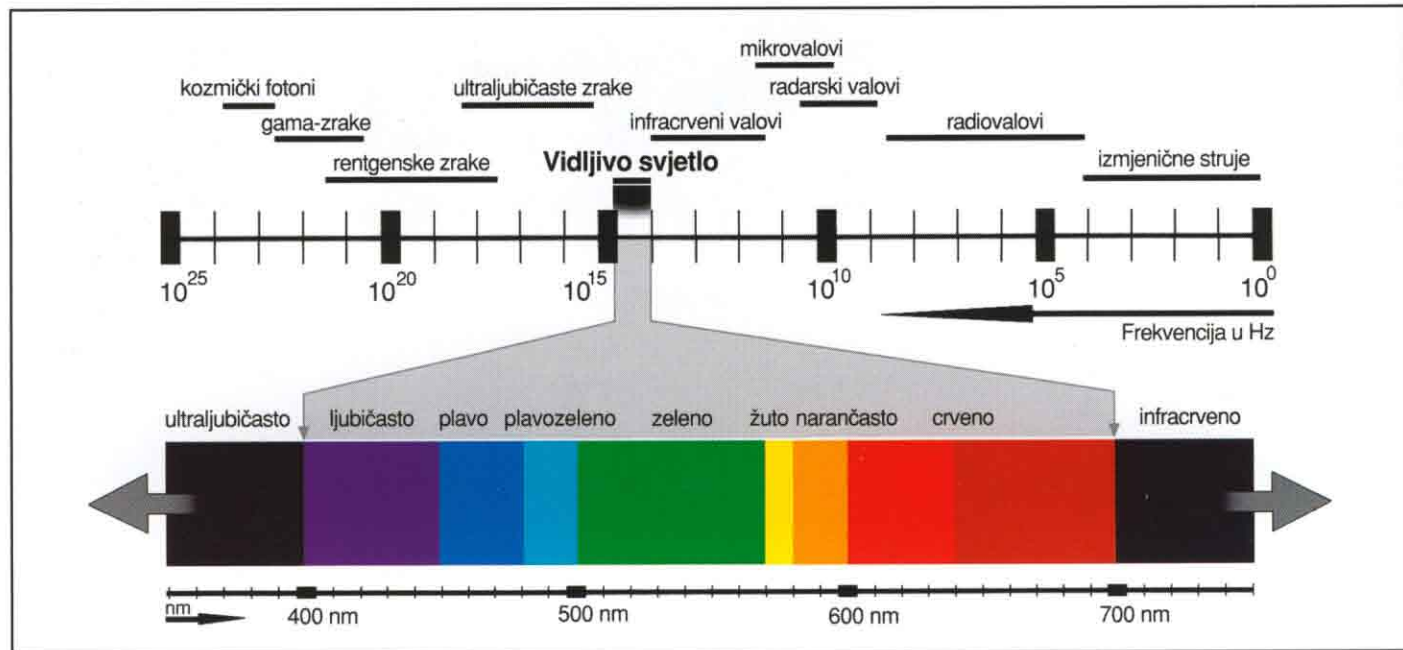
Dvije su bitne karakteristike svakog vala: njegova valna dužina i frekvencija.

Slika 9.
Spektar elektromagnetskog zračenja.

Valna je dužina udaljenost između hrptova dvaju susjednih valova.

Frekvencija je broj valova koji prođu neku zadanu točku u jedinici vremena.

Brzina prostiranja produkt je valne dužine i frekvencije.



Fizičari razlikuju golem broj različitih oblika energije zračenja, ili bolje reći, nekoliko grupa, od kojih svaka ima drukčiju valnu dužinu, odnosno frekvenciju, pa prema tome i drukčiju brzinu prostiranja.

I na toj točki počinje naše čuđenje kada doznamo kako su električna struja u našoj kućnoj utičnici, radiovalovi koji nam donose zvuk i sliku kroz eter, sunčevo svjetlo, crvena boja haljine naše djevojke i smrtonosne kozmičke zrake od kojih nas čuva jedino atmosfera kojom je obavijena Zemlja - pojave istog oblika, iste biti, tj. energija u obliku elektromagnetskog zračenja.

Sve se te pojave rasprostiru na potpuno jednak način: u obliku valova, ali različitih valnih duljina i različite frekvencije (slika 9.). Ako promotrimo ovu sliku koja

²⁰ To je definicija Andreasa Feiningera, poznatog fotografa i autora više knjiga o fotografiji (*The Complete Colour Photographer* i dr.).

prikazuje cijeli spektar elektromagnetskog zračenja, vidjet ćemo da se područje vidljivog svjetla nalazi negdje između 10^{14} i 10^{15} Hz (*normalno* napisane, ove bi brojke izgledale ovako: 1 000 000 000 000 000 i 10 000 000 000 000 000 Hz). Prevedeno na razumljiviji jezik, to znači da elektromagnetski valovi vidljivog svjetla trepere frekvencijom koja je negdje između tisuću i deset tisuća bilijuna puta u sekundi.

Prva ozbiljna istraživanja svjetla započeo je još u sedamnaestom stoljeću Isaac Newton (1642. - 1727.). Kako bi objasnio pravocrtno prostiranje svjetla, kao i pojave refleksije i loma svjetla, on je 1672. godine pretpostavio da se svjetlo sastoji od roja sitnih čestica koje se giblju određenom brzinom. Tu svoju postavku nazvao je *korpuskularnom teorijom*. Newtonov veliki autoritet potisnuo je u sjenu gotovo istodobnu Huyghensovu teoriju koja je svjetlosne pojave opisivala s pomoću valnog gibanja hipotetički savršenog elastičnog sredstva (*valna teorija*).

Međutim, nizom eksperimenata što su ih početkom devetnaestog stoljeća izveli Young i Fresnel (otkrivajući pojavu *interferencije* i *difrakcije* svjetla) valna je teorija u nešto promijenjenu obliku ponovno rehabilitirana. Naime, spomenuti su se fenomeni mogli objasniti samo uz pretpostavku o valnoj prirodi svjetla. Konačni udarac Newtonovoj korpuskularnoj teoriji zadan je 1849. godine, kad je mjerenjem brzine prodiranja svjetla u različitim prozirnim medijima dokazano da se varijacije promjene brzine odvijaju u smjeru točno suprotnom od onog koji je predvidio Newton. No, i nakon trijumfa valne teorije ostalo je otvoreno pitanje hipotetskog sredstva, tzv. *etera*, kojim se ti titraji šire. Taj bi eter morao biti bez težine, a ipak posjedovati svojstva savršene elastičnosti.

Otkriće polarizacije svjetla ukazalo je na vezu između svjetla i elektromagnetskih pojava. Ulogu mehaničkog etera preuzima elektromagnetsko polje u vakuumu. Maxwellova *elektromagnetska teorija* svjetla (1873.) ujedinila je sve dotad poznate pojave u jednu cjelinu. Prema njegovoj teoriji svjetlo je elektromagnetski val veoma visoke frekvencije koji titra okomito na smjer vlastitog širenja. Pokusi Heinricha Hertza (1886.) dokazali su ispravnost Maxwellove teorije.

Gotovo istodobno otkrio je Hallwachs (1888.) pojavu da svjetlo koje padne na površinu nekih metala²¹ izbaci iz nje elektrone (*fotoefekt*). Lenard, koji je tu pojavu potanko proučio, ustanovio je da se zakoni fotoefekta ne mogu uskladiti s načelom valne teorije.

U suprotnosti s valnom teorijom uočena je i činjenica da je energija elektrona izbačenih iz materije neovisna o intenzitetu svjetla, a proporcionalna njezinoj frekvenciji. Na osnovi te činjenice postavio je Einstein (1905.) teoriju svjetla ponovno na korpuskularne temelje i time se na neki način zatvorio krug s Newtonom, od kojega je sve počelo.

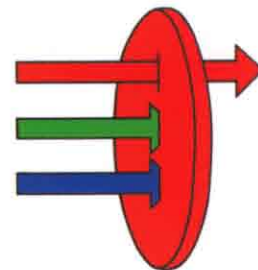
Prema Einsteinu je svjetlo roj čestica, *fotona*, čija je masa mirovanja nula, a prostiru se brzinom 300 000 km/s. Fotoefekt je sraz fotona i vezanog elektrona, pri čemu foton preda svu energiju elektronu i izbaci ga iz metala. Time se ne negira valna teorija svjetla, nego se samo dokazuje njegova dualistička narav. To je definitivno dokazala *kvantno-mehanička teorija* prema kojoj se procesi emisije i apsorpcije svjetla tumače korpuskularnom, a prostiranje i pojave vezane uz prostiranje valnom teorijom. Danas je dualizam *val-korpuskula* proširen od pojava zračenja i na materiju, pa predstavlja temeljni oblik znanstvenog shvaćanja prirode.

Dakle, svjetlo je očito prilično misteriozna sila. Njegova energija zračenja putuje gibajući se u valovima poput zmije u svojem nastajanju i nestajanju. Na svojem početku i kraju poprima karakteristike sićušnih čvrstih čestica. To moramo prihvatiti kao činjenicu, iako teško shvatljivu običnom umu.

Jednako je teško shvatiti tu užasnu količinu energije sadržanu u svjetlu. Znanstvenici su, na primjer, izračunali da Sunce šalje svake minute u svemir 250 milijuna tona svoje



REFLEKSIJA



TRANSMISIJA

Bijelo je svjetlo shematski prikazano kao kompozicija crvenih, zelenih i plavih zraka, koje predstavljaju glavna područja vidljivog spektra. Boju zamjećujemo zbog selektivne refleksije, odnosno selektivne transmisije svjetlosnih zraka. Predmet koji apsorbira zrake svjetla iz plavog i zelenog dijela spektra, a reflektira samo one iz crvenog dijela, doživljavamo crvenim. Također, crven izgleda i filtar koji apsorbira zelene i plave zrake svjetla, a propušta crvene.

²¹ Npr. na površinu *selena*.

supstancije u obliku radiantne energije. Pritisak tog zračenja je tako golem da bi samo jedan komadić Sunca, manji od špekule, snagom svojeg svjetla mogao oboriti čovjeka na udaljenosti od stotinu kilometara!

A što je s brzinom svjetla? Ona iznosi okruglo 300 000 kilometara u sekundi u mediju koji je bliz vakuumu, a nešto je niža u gušćim medijima. Prema teoriji relativnosti brzina svjetlosti je univerzalna konstanta. Ona je ujedno i najveća moguća brzina prostiranja fizikalnih signala.

Bijelo svjetlo

Ono na što obično pomislimo kad izrečemo riječ "svjetlo" jest *bijelo svjetlo*. Onakvo svjetlo kakvo izgleda po bijelom danu ili pri svjetlu neke jake žarulje. Međutim, moramo znati da ono što obično percipiramo kao bijelo svjetlo nije homogeni medij, nego mješavina svih valnih dužina vidljivog svjetla. Dakle, mješavina valnih dužina između 400 i 700 nanometara u približno jednakim omjerima.

Tu mješavinu možemo usporediti s glazbenim akordom. Izostavimo li iz jednog mol-akorda malu tercu, već će i neizvježbano uho osjetiti da se nešto izmijenilo. No, za razliku od glazbenog akorda u kojem i izvježbano uho može razlikovati pojedine tonove od kojih je sastavljen, naše oko nije u stanju razlučiti i prepoznati spektralne komponente bijeloga svjetla.

Na primjer: svjetlo fluorescentne svjetiljke izgleda bijelo, iako je vrlo deficitarno u crvenoj komponenti. Iskustvo nam u takvom slučaju priskače u pomoć: budući da pozdano znamo da su nam usne crvene, a pri fluorescentnom svjetlu izgledaju gotovo crne ili vrlo tamne, tek po tome ocjenjujemo kako nešto nije u redu. Ali za to ne hajemo!

Međutim, fotografske emulzije jasno "vide" razlike u spektralnom sastavu svjetla. Ne samo tako drastične kao što je insuficijencija crvene komponente fluorescentnog svjetla nego i one mnogo suptilnije. Znači li to da je naše oko nesavršeno jer nešto ne vidi, a fotografska emulzija savršena, jer ona to isto "vidi"?

Na to pitanje nije teško dati odgovor. Budući da smo sami sebe izabrali za uzor savršenstva, ostanimo na našoj strani, pa smatrajmo svoja osjetila najsavršenijima.

Bijelo je svjetlo mješavina svih boja ili valnih dužina vidljiva dijela spektra. Ako takvo svjetlo padne na komad bijela papira, bjelina papira će odbiti (reflektirati) sve valne dužine, pa će i svjetlo što se od njega odbilo izgledati bijelo. Ali ako neki drugi predmet upije, apsorbira, sve valne dužine, a ni jednu ne reflektira, on će, dakako, izgledati crn. Ako pak neki treći predmet upije sve valne dužine, osim one koja predstavlja osjet crvene boje, te samo nju reflektira, takav će predmet izazvati u našim osjetilima osjet crvenog.

Koje će valne dužine svjetla biti apsorbirane, a koje reflektirane, ovisi o molekularnoj strukturi materijala od kojeg se svjetlo reflektira.

Što je s pigmentima i naličima, tvarima koje predmetima daruju boju? Možemo li zamisliti da su te stvari zapravo bezbojne, ali osobina im je da neke valne dužine svjetla apsorbiraju, a neke reflektiraju? Možemo li shvatiti da je crvena boja istisnuta iz sli-karske tube samo upila sve valne dužine svjetla osim one koja predstavlja za naša osjetila crveno? Svi se ti procesi mogu odvijati samo ako postoji svjetlo.

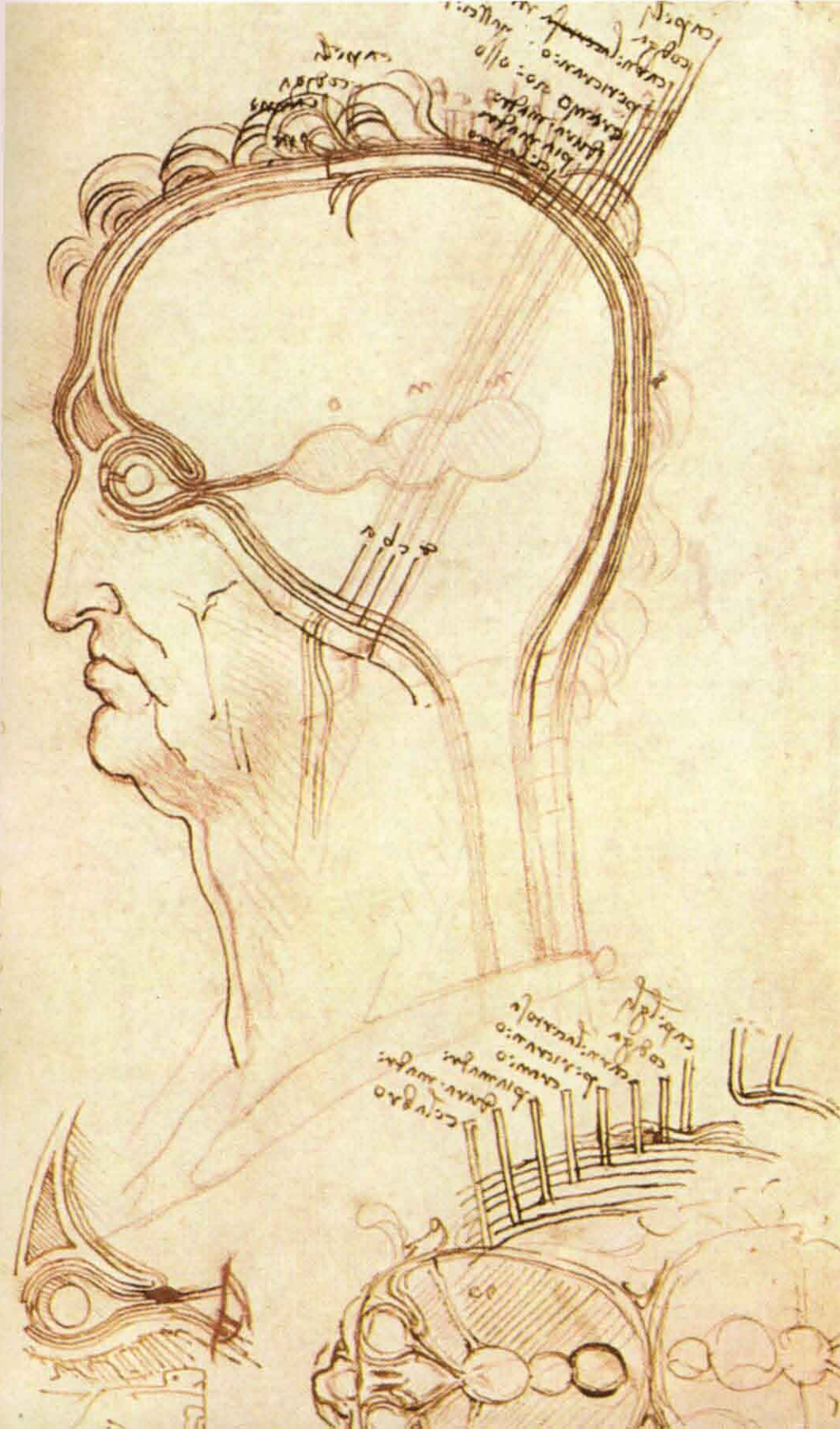
Kad svjetla nema, nema ni boje, *jer boja jest svjetlo*.

I na kraju ne smijemo zaboraviti da kad god govorimo o gledanju, kad spomenemo da nešto vidimo, da smo nešto uočili, istog trenutka pomislimo na ono lijepo, veliko ili malo, plavo ili smeđe, zasjenjeno trepavicama, ili okupano bljeskom radosti - naše oko, uvjereni da njime gledamo i vidimo.

To je, dakako, samo djelomično točno.



Ne smijemo, dakle, zaboraviti da mi doduše *gledamo okom, ali vidimo umom*. Jer oko je samo posrednik, samo transmisija između svijeta i svjetla koje nas okružuje. Ono šalje optičke informacije našem umu koji ih spremno prima i po nekim svojim procjenama strelovito prerađuje. Sve to ne smijemo smetnuti s uma u svim daljnjim razmatranjima svjetla, boje i ostalih optičkih doživljaja svijeta oko nas.



Leonardova skica presjeka ljudske glave, nastala oko 1500. godine, ilustrira ideju povezanosti oka i mozga.

Spektar vidljivog svjetla

Već smo spomenuli da ono što doživljavamo kao "bijelo" svjetlo nije homogeni medij, nego mješavina mnogih valnih dužina koje možemo s pomoću obične prizme ili spektroskopa učiniti vidljivim. Rezultat takva razlučivanja jest spektar, pruga sjajnih i neobično čistih boja, u kojoj se različite valne dužine svjetla prikazuju u obliku različitih boja (slika 10.).

Najobičniji primjer spektra jest duga. Zbog refrakcije brojnih kapljica vode, raspršenih u zraku za vrijeme kiše, nastaju boje ako na njih padne svjetlo Sunca. Najspektakularnije duge nastaju u kasnim poslijepodnevim, nakon jakog pljuska. Što je niži položaj Sunca, to je duga viša i njezin luk veći.

Klasični spektar razlikuje sedam boja:

crvenu

narančastu

žutu

zelenu

plavozelenu

plavu

ljubičastu.



Slika 10.

Valna dužina vidljivog svjetla iznosi po prilici od 400 nanometara za ljubičasto svjetlo do 700 nanometara za crveno.

Ako znamo da je jedan nanometar milijunti dio jednog milimetra, onda će nam se sve te cifre učiniti vrlo imponzantne, pa je, naravno, i put koji su fizičari prešli da bi do njih došli, bio jednako imponzantan.

Međutim, broj boja i njihovih nijansi u prirodi je neizmjeran, budući da veoma mala promjena valne dužine stvara novu i drukčiju boju.

Ipak, što se tiče našeg *doživljaja boje*, sve se one mogu klasificirati kao varijacije i kombinacije šest osnovnih boja: crvene, zelene, žute, plave, bijele i crne.

Jednako kao što se sunčevo svjetlo može rastaviti na svoje spektralne komponente, tako se i bilo koji svjetlosni izvor može razložiti i analizirati u spektroskopu.

U sunčevu spektru zastupljene su sve spektralne boje u pravilnim proporcijama i na taj način predstavljaju idealno bijelo svjetlo. Svjetlo obične električne žarulje, promatrano u



ljubičasto

plavo

plavozelenu

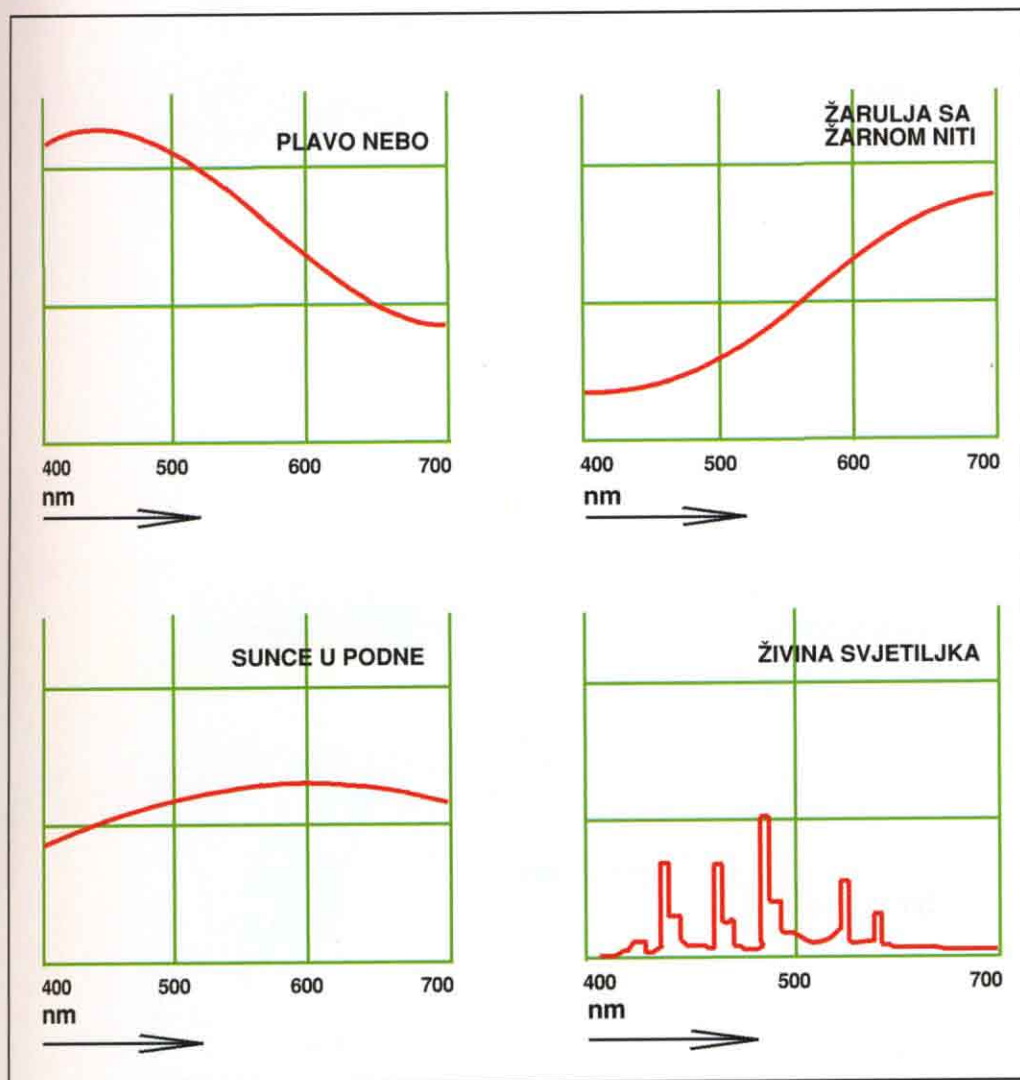
zelenu

žuto narančasto

crveno

ultraljubičasto

infracrveno



Slika 11.
 Raspored energije zračenja kod različitih vrsta svjetala.

Plavo nebo (gore lijevo) pokazuje izrazit višak plavoga svjetla (500-600 nm) i dosta velik manjak u crvenom dijelu spektra (600-700 nm).

Žarulja sa žarnom niti (gore desno) pokazuje gotovo obratan slučaj: izrazit manjak plavoga svjetla (400-500 nm), a višak crvenog (600-700 nm).

Sunce u podne (dolje lijevo) pokazuje gotovo ravnomjernu distribuciju svjetla, s minimalnim padom u području plavoga (400 nm), pa predstavlja *kontinuirani spektar*, kao uostalom i dva prethodna.

Slika živine svjetiljke (dolje desno), naprotiv, prikaz je tipičnog *diskontinuiranog spektra* s uskim prugama u području plavoljubičastoga (oko 300-500 nm) i nešto manje pruga u području žutog i narančastog (500-600 nm). To je tipičan primjer *diskontinuiranog spektra*.

spektroskopu, pokazat će sve boje koje ima i sunčevo svjetlo, ali njihov omjer više nije tako proporcionalan: plavo će zauzeti nešto uže područje, a crveno nešto šire. To znači da će takvo svjetlo biti nešto žučkastije nego sunčevo. No ipak, u oba su spektra zastupljene sve spektralne boje, pa takav spektar nazivamo *kontinuiranim*.

Spektrogrami fluorescentne svjetiljke, kvarc-lampe ili natrijeve žarulje, naprotiv, pokazuju na nekim područjima spektra izrazite praznine. Natrijeva svjetiljka niskog tlaka, na primjer, emitira svjetlo samo u području od 589 nanometara, što će reći u području žutonarančastog. U svim ostalim dijelovima njezina spektra vlada mrak. U takvim slučajevima, kad je riječ o spektrima u kojima postoje prekidi, govorimo o *diskontinuiranim spektrima*.

Naše oko uglavnom ne registrira diskontinuiranost spektra nekog svjetlosnog izvora. Kad je riječ o diskontinuiranom spektru, oko će jedva osjetiti ikakvu razliku. Na primjer, pri svjetlu fluorescentne cijevi, koje nam izgleda jednako "bijelo" poput svjetla žarulje, oko će jedva zamijetiti razlike u nekim bojama koje dobro poznaje, ali će zato kolor-film, koji je imun na bilo kakvu "varku", i te kako osjetiti razliku. To je još jedna točka na kojoj nam priroda komplicira snimanje u boji.

Zbog toga treba zapamtiti da za snimanje u boji u pravilu dolaze u obzir samo izvori svjetla koji imaju kontinuirani spektar. To su, osim dnevnog svjetla, samo oni izvori koji rade na principu žarne niti²². No isto tako treba zapamtiti da se pravila mogu i kršiti.

²² Ova se uputa odnosi na moguće teškoće u reprodukciji boja do kojih može doći zbog rabljenja ambijentalne rasvjete opće namjene s diskontinuiranim spektrom (obične fluorescentne cijevi, živina rasvjeta i sl.). Međutim, od toga treba izuzeti profesionalnu rasvjetu posebno prilagođenu potrebama snimanja, pa i onda kad je to rasvjeta s diskontinuiranim spektrom (HMI, Kinoflo i sl.). Vidi detaljnije u poglavlju *Reprodukcija boje*.

Slika 12.

Snimka načinjena pod natrijevim svjetlom pokazuje jaku žutonarančastu dominantu. Kad ne bi bilo ove vješte usporedbe s tzv. normalnim svjetlom kasnoga sutona u drugom planu, fotografija bi bila neuporabiva. No ovako, sučeljenjem dviju komplementarnih²³ boja - žutonarančaste i plavoljubičaste - postignuta je optička ravnoteža, a slika je dobila i na stereoskopskom učinku²⁴.

Snimio Hrvoje Šimurina, ADU



²³ Svjetla komplementarnih boja, dodana jedno drugome u određenim proporcijama, izazivaju senzaciju bijelog ili sivog.

Također dva pigmenta komplementarnih boja, dodani jedan drugom u određenim koncentracijama, daju sivo. Vidi poglavlja *Komplementarne boje* i *Harmonija boja*.

²⁴ Stereoskopski učinak odnosi se na utjecaj boja na perspektivu.

Tople boje kao da se *probijaju* naprijed iz slike, a hladne, osobito plava, nastoje *otići* u dubinu slike. Kompozicijom boja, poput ove na našem primjeru, djelovanje linearne perspektive može biti znatno pojačano.

Vidi poglavlje *Stereoskopska iluzija boje*.

2. Nastanak boja

Kako nastaje boja

Boja može nastati na nekoliko načina, od kojih se većina ponaša po istom načelu: *samo one boje što postoje u latentnom obliku u svjetlosnom spektru nekog svjetlosnog izvora mogu se percipirati i fotografirati.*

Ako spektar jedne određene vrste svjetla ne sadrži one valne dužine koje, na primjer, stvaraju osjet crvenog, neki objekt koji na sunčevu svjetlu izgleda crven, pod ovakvim će svjetlom, kojemu nedostaje crvena komponenta, izgledati taman.

Kvarcna svjetiljka (kvarc-lampa), na primjer, ima spektralni sastav deficitaran u onim valnim dužinama što proizvode senzaciju crvenog. Svatko tko se ikada sunčao pod takvom lampom zna kako su mu nokti i usne imali mrtvački izgled. Izgledali su ružičastocrni, jer taj tip svjetla gotovo ne sadrži crveno (vidi *kontinuirani i diskontinuirani spektar, slika 11.*).

Evo popisa nekih procesa koji mogu proizvesti boju:

SELEKTIVNA APSORPCIJA - sve tvarne i pigmentne boje

SELEKTIVNA REFLEKSIJA - sve metalne boje

DISPERZIJA - duga, spektar

INTERFERENCIJA - mrlje ulja na površini vode, ili na vlažnom asfaltu

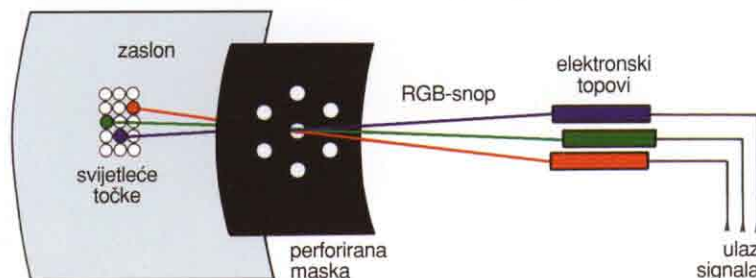
DIFRAKCIJA - boje nastale lomom svjetla

RASPRŠIVANJE - plava boja vedrog neba

ELEKTRIČKA POBUDA - boja neona

ULTRALJUBIČASTA POBUDA - fluorescencija.

Međutim, ono što nas zanima jest nastajanje boja u svrhu snimanja i reprodukcije slike u boji, bez obzira nastaje li ona miješanjem raznobojnih svjetala (televizija) ili miješanjem raznobojnih pigmenata (fotografija, tisak).



Slika u boji na televizijskom ekranu nastaje miješanjem obojenih svjetala (crvenog, zelenog i plavog - RGB) različitih intenziteta.

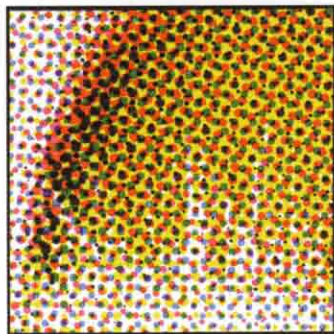
Iz toga slijedi kako postoje dva načina miješanja boja: *aditivni i suptraktivni.* Kod aditivnog se načina *zbrajaju* svjetla različitih boja, a kod suptraktivnog *oduzimaju.*

Trikromatska teorija gledanja

Mehanizam gledanja ljudskog bića sastoji se uglavnom (za svako oko) od leće koja fokusira ulazne zrake svjetla u sliku, od promjenjivog otvora irisa koji kontrolira intenzitet primljenog svjetla, od milijuna elemenata osjetljivih na svjetlo, a raspoređenih po unutrašnjoj površini mrežnice (*retine*), i zamršenog živčanog sustava koji prenosi impulse od tih receptora do mozga. Od tih signala mozak stvara vizualnu sliku koja sadrži percepciju svijetlog i tamnog, boje, oblika, pokreta, dubine, površine, i tako dalje. Tako nastala vizualna slika, iako je u mnogim značajkama nalik slici koja nastaje u kameri, ipak se u mnogim pojedinostima razlikuje od slike nastale fotografskim postupkom. Nabrojiti ćemo samo nekoliko najznačajnijih:

a) Ljudski vid razlikuje objekte, dok fotografska slika registrira crtež svjetla, sjene i boje.

b) Ljudski je vid dinamičan. Oko neprestance skače s jedne točke vidnog polja na drugu, istražujući ga po nekoj shemi, pohranjenoj u jednom pretincu mozga koji nosi naslov "iskustvo".



U tisku se reprodukcija boje postiže rasterom točkica u kojem se kombiniraju četiri boje (cijan, magenta, žuta i crna - CMYK).

e) Ljudsko oko stvara svojom lećom sliku koja je oštra samo unutar uskog kuta u središtu vidnog polja. Ostatak je slike mutan. Taj je nedostatak nadomješten veoma brzim pokretima oka. Fotografska je slika, naprotiv, oštra sve do svojih rubova, preko daleko šireg vidnog polja.

d) Vidno je polje oka prostorno nedefinirano: mali prostor oštre slike i mnogo veći prostor perifernog gledanja. Fotografska je slika, naprotiv, oštro omeđena svojim okvirom.

e) Ljudski vid je binokularan, stvara trodimenzionalnu impresiju, što se doduše može imitirati fotografskim putem, ali uporabom posebnog stereoskopskog sustava.

f) Svjesna vizualna slika stvorena u mozgu značajna je po količini informacija što se filtriraju ili eliminiraju, neke kao potpuno nepotrebne, druge potrebne samo za izvjesne procese, kao što su orijentacija, ravnoteža, tjelesni pokreti itd.

U usporedbi, fotografska je slika nediskriminantna u smislu obavijesti koje sadrži.

Dvije su vrste fotosjetljivih elemenata u oku: *štapići* i *čunjići*, koji zajednički pretvaraju svjetlosnu energiju u živčane impulse.

Štapići su razmješteni prema izvanjskom rubu mrežnice i osjetljivi su osobito na niske svjetlosne razine, a neosjetljivi na boje i dosta su niskog razlučivanja.

Nalik su nekom visokoosjetljivom, ali krupnozrnatom, crno-bijelom filmu. Oni, osim toga, vrlo osjetljivo detektiraju svaki pokret.

Čunjići su, međutim, koncentrirani na prilično malom, središnjem prostoru mrežnice, poznatom kao žuta pjega (*fovea centralis*), i u stanju su razlikovati boje.

Gledanje s pomoću čunjića mnogo je jasnije, oštrije, od gledanja štapićima, ali djeluje samo pri relativno visokim svjetlosnim razinama.

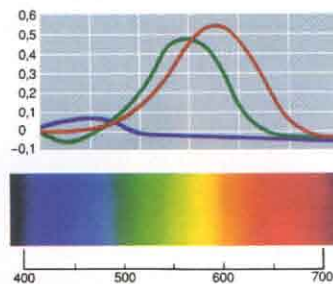
Nalik je nekom niskoosjetljivom, finozrnatom kolor-filmu.

Pri niskim i vrlo niskim svjetlosnim razinama vidimo gotovo monokromatsku sliku, slabe rezolucije, jer slabo svjetlo djeluje samo na štapiće, dok su čunjići, djelomično ili posve (ovisno o svjetlosnoj razini) izvan pogona. I obratno, pri visokim svjetlosnim razinama stimulirani su najviše čunjići, dok štapići samo detektiraju pokret koji više osjećamo nego što ga vidimo periferijom vidnoga polja. Slika je jasna, oštra, obojena, što jače svjetlo - to življim bojama.

Prema trikromatskoj teoriji gledanja postoje tri vrste čunjića koji sadrže pigmente čija glavna apsorpcija leži po prilici u plavim, zelenim i crvenim (točnije narančastim) segmentima spektra.

Za svaki od ta tri tipa receptora moguće je konstruirati teorijske krivulje spektralne osjetljivosti. Te se krivulje preklapaju. Boja je percipirana (izazvana je njezina predodžba po nekoj procjeni mozga) podražajem na plave, zelene i crvene receptore. Smatra se da su ti receptori raspoređeni na mozaičan način, po prilici u jednakim omjerima. Tako će gledatelj, ako osjeti podražaj na zelene i crvene receptore, ali ne na plave, doživjeti osjet žutoga. Zadaća naturalističke kolor-fotografije leži u tome da na isti način i u istom omjeru stimulira iste receptore na fotografiji kao i u zbilji.

Normalni promatrač može razlikovati svaku boju kao određenu mješavinu svih triju valnih dužina. Međutim, postoje osobe s defektnim osjetom boje, ili čak slijepe na boje (nepotpun osjet boje općenito se naziva *daltonizam*). Ima ih koji trebaju abnormalne proporcije triju valnih dužina (*anormalni trikromatizam*); ima onih koji mogu zamjećivati samo dvije valne dužine, a i te zamjenjuju (crveno i zeleno, ili žuto i plavo - *dikromatizam*); ima ih koji brkaju crveno i zeleno s drugim bojama (*deuteranopija* i *protanopija*); ili onih koji brkaju žuto, plavo i sivo (*tritanopija*); pa i onih koji brkaju bilo koju valnu dužinu s bilo kojom drugom (*akromatizam* ili *monokromatizam*).



Krivulje spektralne osjetljivosti triju tipova čunjića u ljudskom oku.

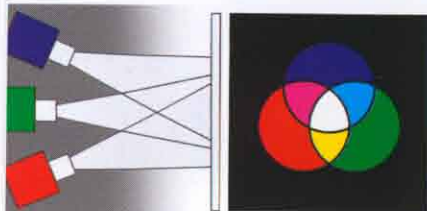
Aditivna sinteza boja

Na **slici 13.** vidimo kako bi izgledalo kada bismo s tri projektora projicirali tri svjetlosna snopa. Snopovi su različitih, spektralno čistih boja. Izabrana su svjetla onih boja koje se ne bi mogle dobiti međusobnim miješanjem svjetala drugih boja. Zato te boje nazivamo osnovnim ili *primarnim* bojama. To su:

crveno 
plavo²⁵ 
i zeleno. 

Te se boje svjetla - crveno, zeleno i plavo - nazivaju *aditivnim primarima*²⁶, jer zbrajanje (*adiranje*) tih svjetlosnih snopova može dati bijelo i sve ostale boje spektra.

Takvim se zbrajanjem (adiranjem) različitih boja svjetla, u različitim proporcijama, mogu dobiti sve ostale boje, u svim nijansama i svjetloćama. To je dakle aditivni način



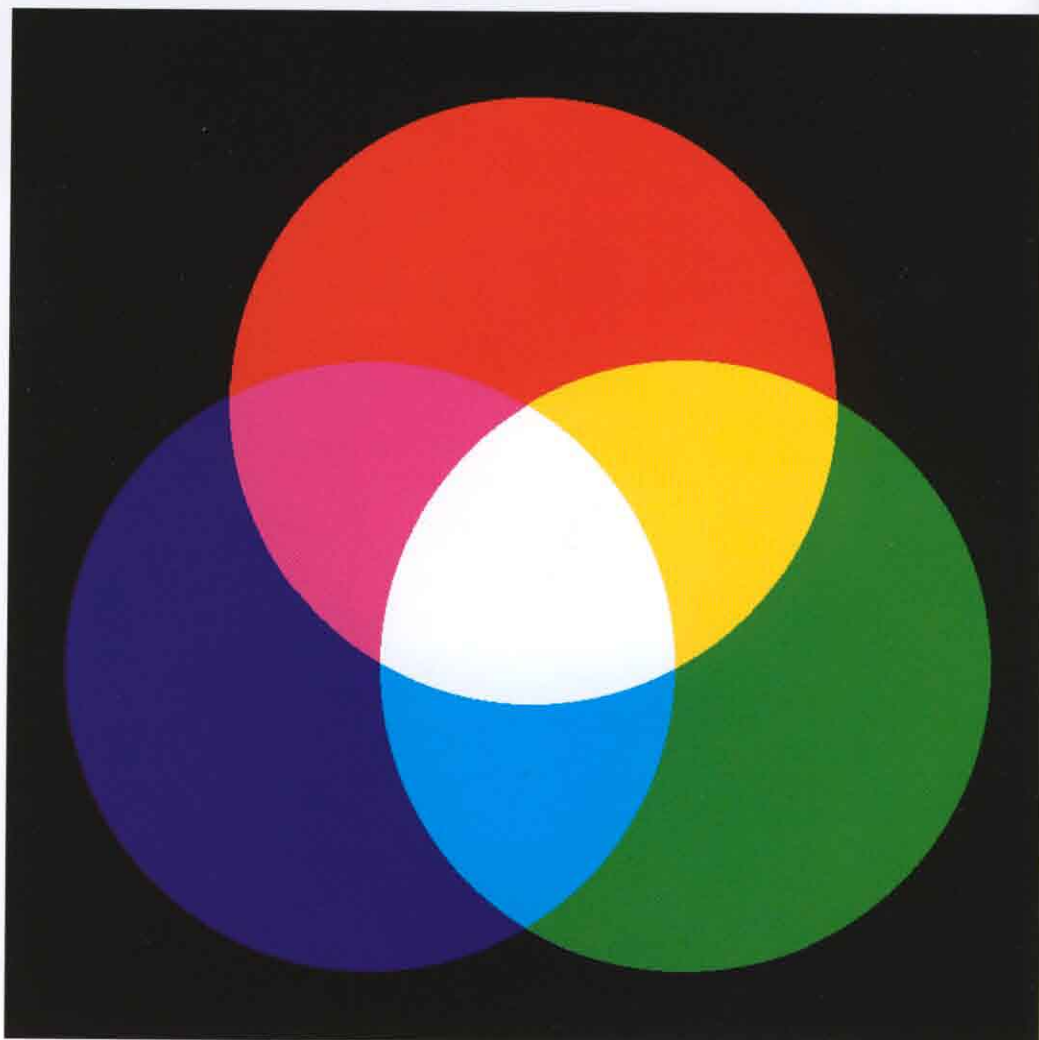
Slika 13.

Na slici se vidi da tamo gdje se crveni i zeleni svjetlosni snopovi preklapaju, gdje se njihova svjetla *zbrajaju*, nastaje aditivna mješavina - žuto.

Gdje se preklapaju, *zbrajaju*, crveni i plavi snop, nastaje grimizno, ili kako se u fotografskoj praksi naziva - magenta (čitaj *madenta*).

A tamo gdje se zbrajaju plavi i zeleni snop, naravno, nastaje plavozeleno, ili kako se u fotografskoj praksi naziva - cijan.

Na središnjem prostoru, tamo gdje se preklapaju snopovi svih triju boja, gdje se dakle *zbrajaju* svjetla zelenog, crvenog i plavog snopa, boje više nema, pa ostaje čisto bijelo svjetlo.



nastanka boja ili aditivna sinteza boja. Tim se načinom služi kolor-televizija: na ekranu, koji se sastoji od mnoštva sitnih trijada aditivnih primara (crvena, zelena i plava), ovisno o elektroničkoj stimulaciji, nastaje obojena slika u (recimo) prirodnim bojama.

²⁵ Ili, točnije rečeno, plavoljubičasto.

²⁶ Vidi poglavlje *Primari*.

Suptraktivna sinteza boja

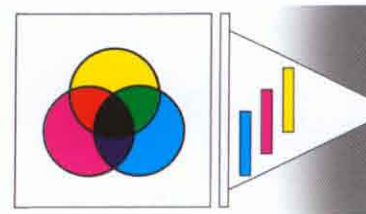
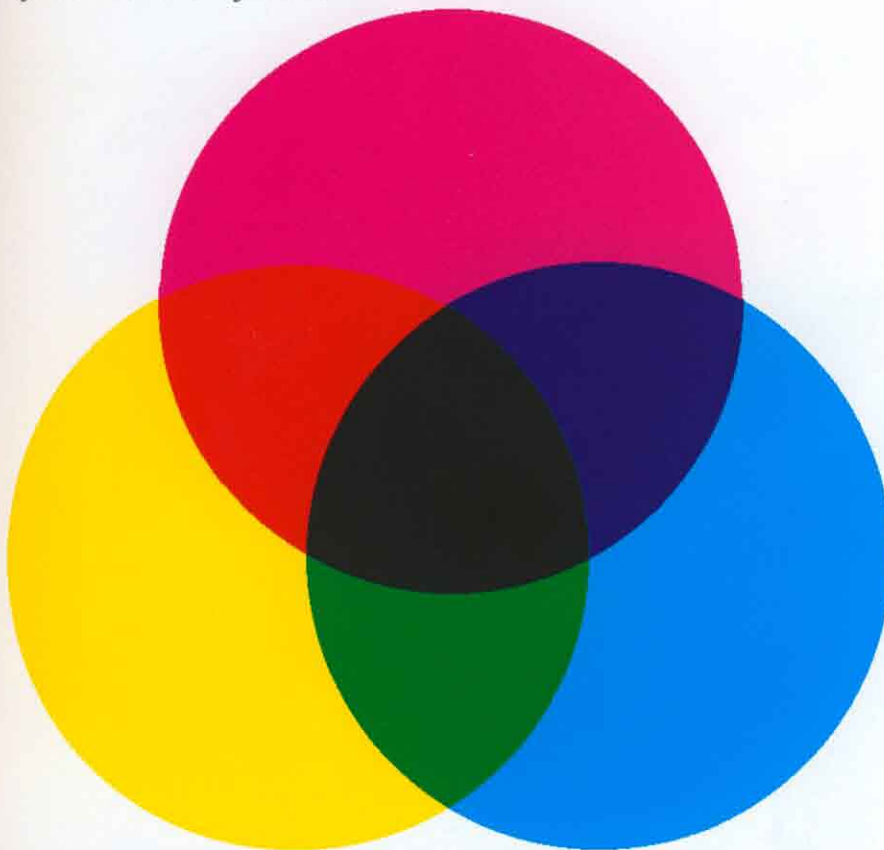
Kako smo vidjeli u prethodnom poglavlju, međusobno miješanje snopova svjetala primarnih boja dovodi do pojave nekih novih boja svjetla. Tako crveni snop, pomiješan sa zelenim, postaje žut. Crveni pomiješan s plavim daje grimizno, *magenta* svjetlo. Pomiješa li se zeleni snop s plavim, dolazi do plavozelene, *cijan* boje svjetla.

Te se boje svjetla (žuta, magenta i cijan), nastale kao prvi rezultat miješanja aditivnih primara, nazivaju *suptraktivnim primarima*²⁷. One se u krugu boja²⁸ nalaze nasuprot aditivnim primarima:

- nasuprotna zelenoj jest magenta
- nasuprotna crvenoj jest cijan
- nasuprotna plavoj jest žuta.



Nasuprotne su boje, dakle, komplementarne²⁹ aditivnim primarima. No, one se i ponašaju na nešto drukčiji način.



Slika 14.
Suptraktivna sinteza boja

Ako, na primjer, pred snop bijelog svjetla postavimo tri filtra, svaki u jednoj od boja suptraktivnih primara, i rasporedimo ih poput rasporeda na **slici 14.**:

- na mjestima gdje se preklapaju žuti i magenta filter bit će propušteno crveno svjetlo
- na mjestima gdje se preklapaju magenta i cijan filter bit će propušteno plavo svjetlo
- tamo gdje se preklapaju cijan i žuti filter bit će propušteno zeleno svjetlo.

Zašto?

Pokazali smo, u poglavlju o aditivnom miješanju boja, da je bijelo svjetlo rezultat miješanja, odnosno *zbrajanja* crvenog, zelenog i plavog svjetlosnog snopa.

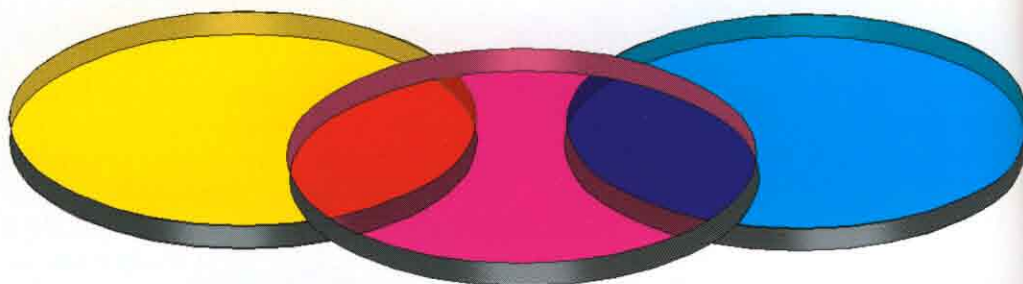
Suptraktivna sinteza pak funkcioniра na načelu *oduzimanja* boja bijelom svjetlu, ali i dalje vrijedi postavka o bijelom svjetlu kao mješavini, *zbroju* snopova svjetala crvene, zelene i plave boje.

²⁷ Vidi poglavlje *Primari*.

²⁸ Vidi npr. Munsellov kotač boja na **slikama 7. i 22.**

²⁹ Vidi poglavlje *Komplementarne boje*.

Stakleni filtri, ovisno o svojoj boji, oduzimaju (apsorbiraju) određene dijelove spektra svjetlu reflektiranom od bijele podloge.



Slika 15.
Suptrakcija (oduzimanje) svjetla.

Kad pred snop bijelog svjetla postavimo žuti filtar, možemo reći da on bijelom svjetlu *oduzima* svoj komplement - plavo.

Tada u svjetlosnom snopu ostaje žuto, kao mješavina crvenog i zelenog.

Kad nadalje magenta filtar nastalom snopu *oduzme* svoj komplementarni par - zeleno, u snopu ostaje tek crveno.

(Slika A.)

Snopu bijelog svjetla magenta filtar također *oduzima* svoj komplement - zeleno, pa u snopu ostaje magenta, kao mješavina crvenog i plavog.

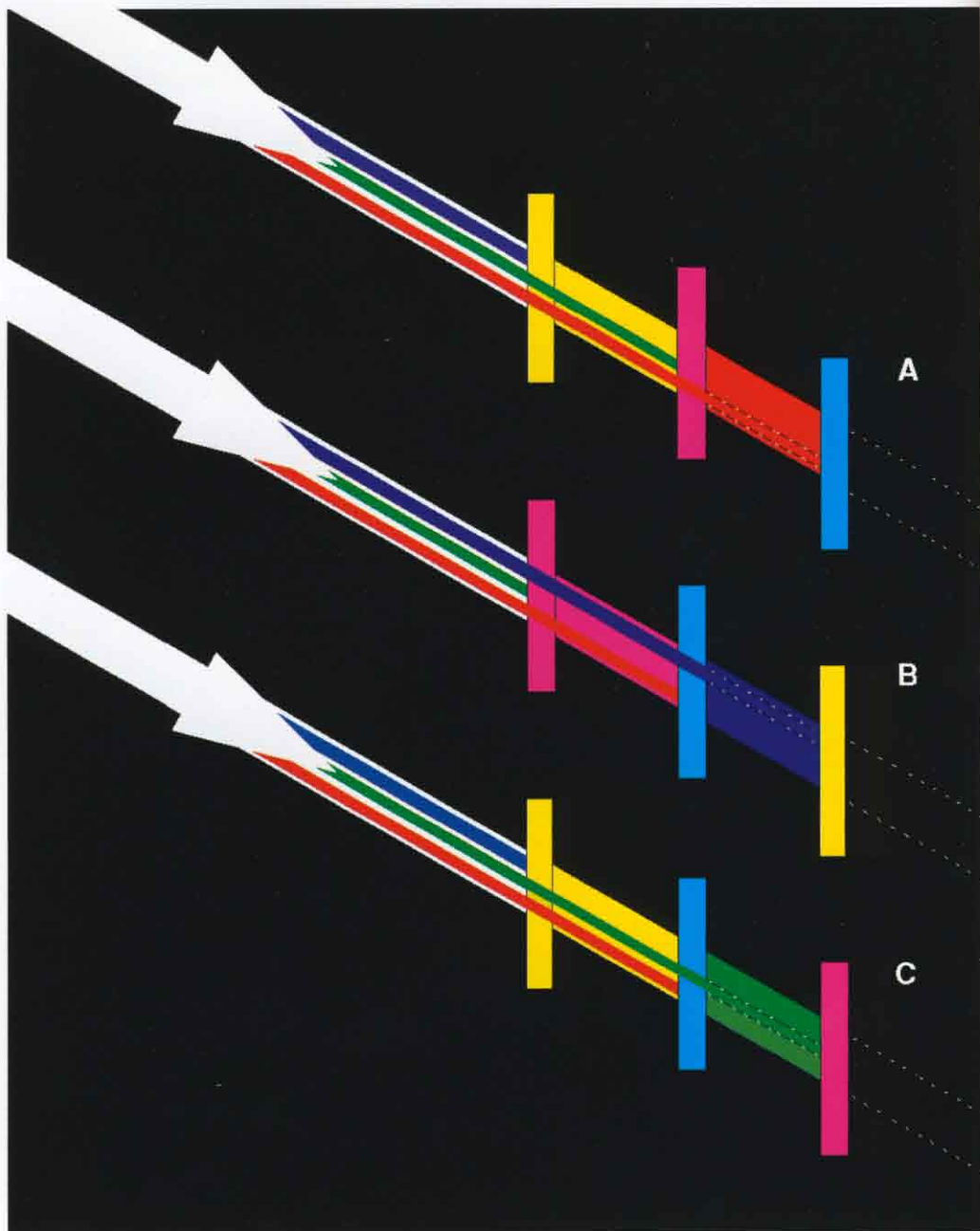
Cijan filtar, postavljen pred taj svjetlosni sklop, mješavini crvenog i plavog *oduzima* svoj komplement - crveno.

Zato u snopu ostaje tek plavo.

(Slika B.)

Žuti filtar snopu bijelog svjetla *oduzima* komplementarno mu plavo, te u snopu ostaje mješavina crvenog i zelenog - žuto. Cijan filtar eliminirat će iz takve mješavine svoj komplement - crveno, te će rezultat biti zeleno svjetlo.

(Slika C.)



Tamo gdje se sva tri filtra preklapaju, gdje se njihove boje postupno *oduzimaju* od bijelog svjetla, boje više nema, ostao je mrak, crno. (Slike 15 A, B, C.)

Kako je moguće da se boje mogu dodavati svjetlu i oduzimati od svjetla, zbrajati poput ovaca ili novaca? Moguće je to iz vrlo jednostavnog razloga: *jer boja je svjetlo!* Tamo gdje svjetla nema, nema ni boje, a tamo gdje ga ima, ima i boje.

3.

Međusobno djelovanje boja

u od

oput

O boji

O međusobnom djelovanju boja

Kao što jedan glazbeni ton ne znači glazbu,
kao što jedan danski kraljević ne znači dramu,
tako i jedna boja ne znači sliku.

Glazba nastaje tek onda kad se tonovi suprotstave jedni drugima, odnosno kad se uspostave njihovi *intervali*.

Drama nastaje tek onda kad se isprepletu odnosi između Hamleta, Kraljice, Kralja, Polonija i Ofelije.

Slika nastaje tek onda kad se boje i linije suprotstave jedne drugima i kada se uspostave njihovi međusobni odnosi.

Koliko god se sličnost između boje i dramskog djela može učiniti proizvoljnom, toliko analogija između boje i glazbe nimalo nije slučajna.

Sličnost između vizualnog i akustičkog čak i po svojem fizikalnom podrijetlu (valna dužina, elektromagnetsko titranje, itd.) nije slučajna ni proizvoljna.

Boja, kao i zvuk, definirana je svojom valnom dužinom.

Kad je riječ o likovnom djelu, tada su termini ljestvica, ton, visoki i niski ključ, kompozicija itd. već sasvim uobičajeni, iako su na izgled posuđeni od glazbe.

Usporedbe između glazbe i boje ne smiju se ipak previše doslovno shvatiti. Iako je već polovicom 19. stoljeća Helmholtz pokušavao dokazati čvrstu analogiju između rasporeda boja u spektru i poretka tonova u glazbenoj ljestvici, a i poslije su se neki, ovaj put filmski stvaraoci, okušavali na istom polju, ipak se tako detaljna usporedba boje i zvuka pokazala nemogućom.

Postoje bitne razlike između zvučnog i vizualnog percipiranja. Strogog matematičkog reda na kojem se osniva glazba kod boje nema. To je valjda zato što *glazba traje u vremenu, a boja postoji u prostoru*.

Treba raskrstiti s mišljenjem kako postoje "lijepa" i "ružna" boje. Budući da boje snažno utječu jedna na drugu, nema boja koje bi bile lijepe ili ružne same po sebi.

Djelovanje boje ovisno je o njezinoj okolini, o susjednoj boji, o pozadini na kojoj se nalazi ili o podlozi na koju je nabačena. Tek odnos jedne boje prema drugoj čini ju lijepom ili odvratnom, ugodnom ili neugodnom.

Na taj način nastaje određena struktura bojenih odnosa.

Djelovanje jedne boje može se pojačati ili smanjiti, pa i sasvim neutralizirati jednostavnom promjenom okoline ili podloge.

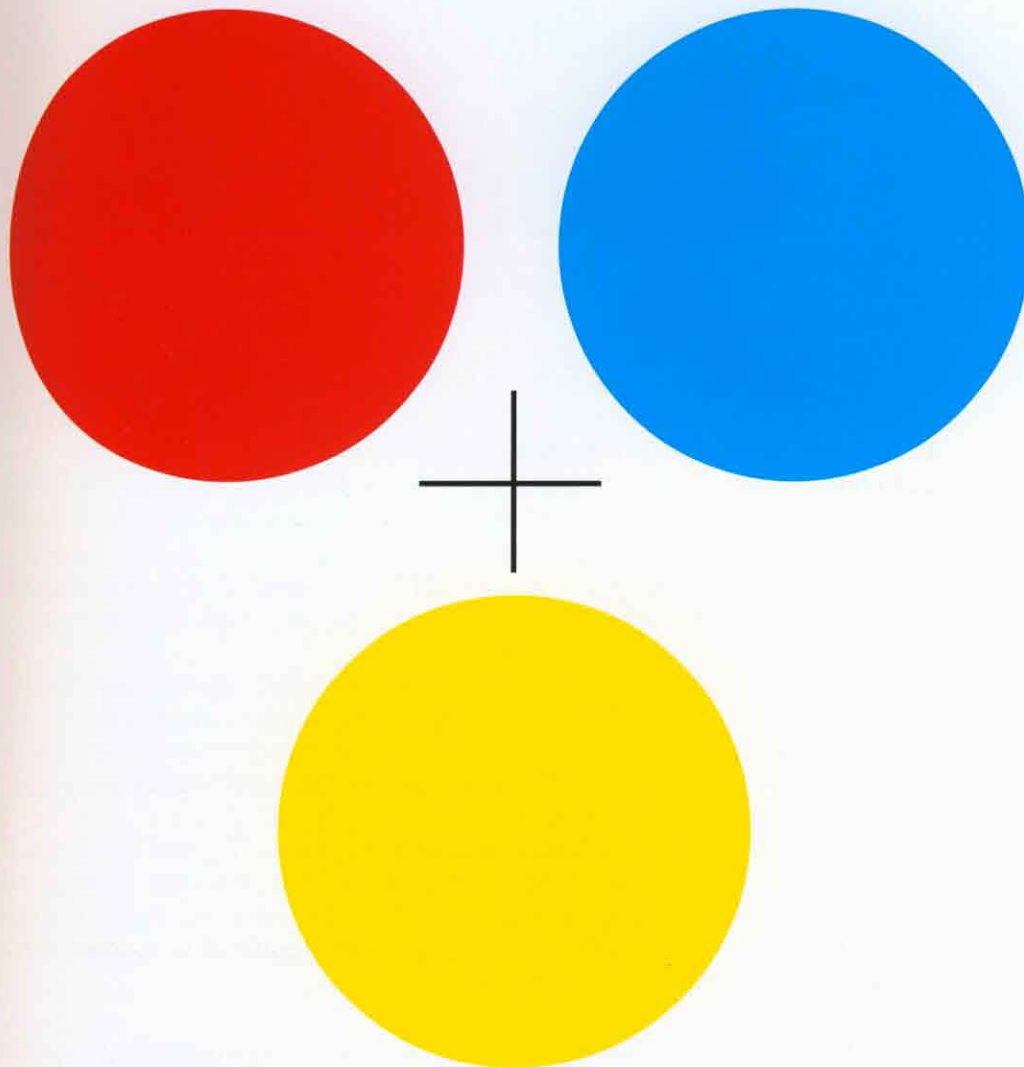
Kad neka žena izjavi kako joj neka boja "stoji dobro licu", ili ju neka druga "otvara u struku", onda nam se to na prvi pogled može učiniti smiješnim. Međutim, sve je to istinito i osnovano na čvrstoj podlozi ženske intuicije. Žena svijetlog i blijedog tena (tena u kojem ima premalo ružičaste) zna da taj nedostatak svojeg tena može ispraviti odjećom u hladnim, najbolje zelenkastim tonovima. U zelenoj će haljini žena dobro izgledati, jer će efekt komplementarnog kontrasta nadoknaditi manjak crvenila na njezinu licu, te će joj ten djelovati svježije. Naprotiv, na ženi rumena lica u zelenoj haljini to će rumenilo biti još zamjetljivije. Takvoj će ženi odjeća u nekoj toploj boji bolje pristajati.

Svaka pojedina boja duguje svoje djelovanje i svoju estetsku vrijednost sebi samoj, ali jednako toliko, ako ne i više, i boji kojoj je suprotstavljena.

Paslika

Proces gledanja okom i interpretiranja optičke slike nastale u oku (ali koja se odvija nekim tajanstvenim procesima u ljudskom umu) svakako predstavlja jedan određeni napor, a za svaki se napor troši energija kao i za sve ostale fizičke aktivnosti.

To dokazuje jednostavan pokus: ako samo na nekoliko trenutaka (oko pola minute, ovisno o individui i jačini rasvjete) nepomično promatramo kakav tamni predmet na svijetloj pozadini, pa nakon toga skrenemo pogledom na neutralnu podlogu, na njoj će se jasno ocrtavati isti predmet, ali svijetao na tamnoj podlozi, baš kao neki negativ. Tako je i s bojom. Ako nekoliko trenutaka nepomično gledamo u crvenu mrlju na zelenoj podlozi, poslije ćemo jasno "vidjeti" plavozelenu mrlju na grimiznoj podlozi.



Slika 16.

Ako netremice gledamo u križić između obojenih krugova na bijeloj podlozi, najprije ćemo primijetiti kako intenzitet boje lagano opada, kao da boja nakon nekog vremena malo blijedi. Također ćemo primijetiti da se oko mrlja boja javlja neko vibriranje, neki nemir, i kad bolje pripazimo, opaziti ćemo da se oko rubova crvenog (ili neke druge boje) javlja, časa s jedne, časa s druge strane, jedan obrub komplementarne boje, koji se pomiče i mijenja mjesto.

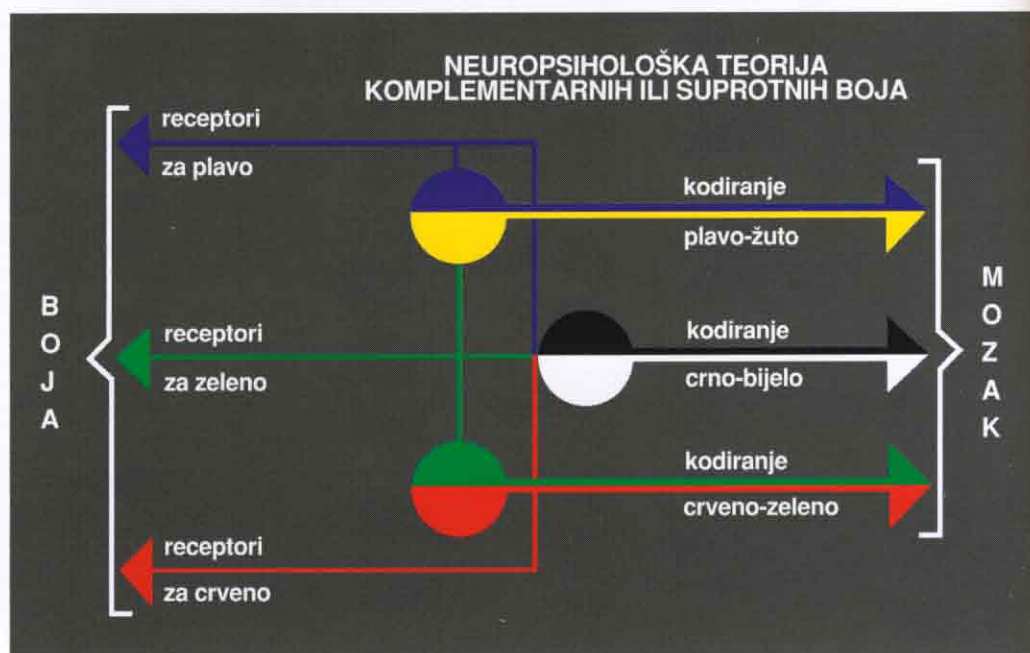
Kada taj obrub dosegne dosta jasan stupanj zasićenosti, znak je da su se receptori za dotičnu boju zamorili i da je vrijeme za pasliku. Zatvorimo li oči, "vidjet" ćemo ono čega nema: iste mrlje, istih oblika i veličine, ali u najčistijoj komplementarnoj boji.

Taj se efekt objašnjava činjenicom da se receptori, oni koji su u određenom trenutku prezaposleni, umaraju, dok oni drugi, koji su besposleni, postaju nervozni od želje za aktivnošću.

Njemački fiziolog Ewald Hering (1834.-1919.) poznat je po svojim radovima iz psihologije i fiziologije, a posebice po svojoj teoriji viđenja boja. On smatra da postoje tri vrste retinalnih receptora, od kojih je svaki u stanju proizvesti par komplementarnih osjeta boja: plavo/žuto, crveno/zeleno i crno/bijelo.

Hering je također otkrio postojanje neke tajanstvene optičke supstancije koja se troši, ali i regenerira. Ustanovio je da neutralnoj, srednje sivoj boji (ili točnije: neboji) odgovara stanje optičke supstancije u kojem su disimilacija (njezino trošenje pri gledanju) i asimilacija (njezina regeneracija) jednake. Količina optičke supstancije ostaje ista. To znači da srednje sivo u oku ostvaruje stanje potpune ravnoteže. Da su ove

Prema Heringu, tri vrste retinalnih receptora proizvode parove komplementarnih osjeta boja.



Heringove pretpostavke točne, a tada, koncem prošlog stoljeća, to su doista bile samo pretpostavke, dokazano je tek nedavno.

U svakom udžbeniku za srednje škole stoji zapisano da ljudsko oko radi poput fotoaparata ili filmske kamere, da postoji leća, objektiv, koja u svojem žarištu stvara naglavce okrenutu, ostru sliku predmeta koji se nalazi ispred nje.

Šarenica kontrolira, poput irisa na objektivu, količinu svjetla koje će proći kroz leću, a umjesto filma osjetljivog na svjetlo, u oku se također nalazi osjetljivi sloj - mrežnica ili *retina*.

Mrežnica se sastoji iz milijuna receptora, *štapića i čunjića*. Čunjići su ti koji reagiraju na boju. Međutim, do sada nitko nije pouzdano znao kako oni prepoznaju pojedine boje, kao ni to kako dostavljaju mozgu obavijesti o boji.

Danas znanstvenici smatraju da se u oku nalaze četiri specifična proteina, od kojih su tri povezana s percepcijom boje. Dakle, radi se o kemijskoj reakciji. Nadalje, postoji još jedna supstancija, nazvana *retinal*, koja se može kombinirati odijeljeno sa svakim od triju proteina za boje da bi se na taj način proizvele posebne kemijske jedinice, svaka osjetljiva na svoju boju: crvenu, zelenu ili plavu.

Kad zraka crvene svjetlosti uđe u oko i pogodi jedan čunjić³⁰, jedna ili više ovih kemijskih jedinica raspada se na prvobitni retinal i na onaj posebni protein koji odgovara dotičnoj boji. Taj proces aktivira nervni impuls (najvjerojatnije binarnoga koda) koji informira mozak i u njemu stvara osjet crvenoga. Po nekim autorima taj proces mora teći bez prekida, jer bi inače nastupila sljepoća.

Ta se teorija sasvim uklapa u Heringovu. Obje pretpostavljaju postojanje optičke supstancije koja se troši, ali se i regenerira. I obje završavaju na tome da je oku najugodnije stanje pogled na srednje sivu plohu.

Fenomen paslike potvrđuje tu teoriju. Oko neprestance nastoji uspostaviti ravnotežu, tj. sve kontraste, bez obzira radi li se o kontrastu boje ili kontrastu svijetlo/tamno, dakle, sve optičke impulse svesti na srednje sivo.

³⁰ Ovo ne treba shvatiti doslovno: za pokretanje procesa gledanja ne bi bila dovoljna reakcija samo jednog čunjića.

Kada je uspostavljen kontrast koji se u svojem prosjeku može svesti na srednje sivo, oko je zadovoljno, uravnoteženo. Pogled na takav optički sklop stvara u nama ugodu. Kad ravnoteža izostane, naše osjetilo vida biva razdraženo. Doživljava to kao neugodu. To je osobito važno za razumijevanje svega što slijedi.

Adaptacija na boju i svjetlo

Naš se vidni aparat automatski ne prilagođuje - adaptira - samo na količinu svjetla. Na jakost rasvjete oko reagira na dva načina: otvaranjem ili zatvaranjem irisa, koji funkcionira poput otvora blende u objektivu fotoaparata ili kamere, i mijenjanjem osjetljivosti fotoreceptora, što bi se moglo usporediti s različitim osjetljivostima filma u kameri.

Međutim, postoji još jedna reakcija vidnoga aparata koja nas čuva od iznenađenja i omogućuje da doživljavamo bijelim različite izvore svjetla (vidi **sliku 11.**).

Pretpostavlja se da je osjetljivost svakog od triju fotoreceptora u našem oku konstantna pod svim svjetlosnim okolnostima. No, jačina jednog podražaja u odnosu na drugi može varirati ovisno o temperaturi boje³¹ ambijentalnog svjetla. Ako je, na primjer, svjetlo deficitarno u plavoj boji (kao kod umjetnog svjetla), fotoreceptor za plavo bit će slabije stimuliran nego dva ostala. No, nakon nekoliko trenutaka adaptacije automatski će se povećati osjetljivost tog slabije stimuliranog receptora i izjednačiti s ostalima. To je automatska reakcija koja proizlazi iz iskustva, a osigurava da nam svjetlo izgleda bijelo unutar vrlo širokih granica.

Taj proces automatske adaptacije možemo, na primjer, zamijetiti kad se naglo premjestimo iz nekog prostora osvijetljenog slabim dnevnim svjetlom (oblačan dan, suton) u prostor osvijetljen umjetnim. Na kratko vrijeme boje izgledaju previše žućkaste, čak narančaste, ali se "normalno" stanje veoma brzo uspostavlja. Za nekoliko trenutaka dominante nestaje, boje izgledaju korektno, zapravo jednake kao pri dnevnom svjetlu.

Kolor-filmovi, barem na sadašnjem stupnju razvoja, ne adaptiraju se automatski na spektralni sastav svjetlosnog izvora. Oni su zato senzibilizirani za svjetlo određene temperature boje, obično za dnevno (5500 K) ili umjetno svjetlo (3200 K)³². Ako se takvim filmom snima pri svjetlu koje ne odgovara njegovoj senzibilizaciji i bez ispravne filtarske korekcije, snimke će imati izražen obojen veo (dominantu).

Tako je automatska adaptacija na boju našeg vidnog aparata, koja se zbiva bez naše volje, jedan od mnogih načina na koji nas priroda čuva od šokova, iznenađenja i neugodnosti. No, istodobno komplicira život, najviše fotografima, snimateljima i svima koji se bave reproduciranjem boje.

* * *

Okolnosti dakako ne traži samo ravnotežu boja, traži i ravnotežu odnosa svijetlo/tamno. Bezbroy je primjera za to. Prejarko svjetlo izaziva fizičku neugodu, jednako kao i mrkli mrak. To je razlog zbog kojeg tražimo i nalazimo ugodu u harmonično osvijetljenim prostorima.

Zašto kinematografsku sliku gledamo u potpunom mraku, a za televizijsku vrijedi pravilo da ju treba gledati u osvijetljenoj prostoriji?

Odgovor je jednostavan. Slika s velikog ekrana pokriva veći dio, ili pak cijelo vidno polje našega oka, te je svejedno što izvan njega vlada mrak. Potreba za ravnotežom svjetla iscrpljuje se na slici samoj. No, televizor gledamo s proporcionalno veće udaljenosti, s obzirom na veličinu ekrana³³, pa površina ekrana pokriva tek mali dio našega vidnog polja. Kad bi okolina bila tamna, ne bi se mogla održati ravnoteža. Zato i palimo svjetlo u sobi dok gledamo televiziju.

³¹ Pojam temperature boje svjetla odnosi se na obojenje, odnosno na spektralni sastav svjetla. Više o tome vidi u poglavlju *Temperatura boje*.

³² Vidi poglavlje *Senzibilizacija filmskih materijala*.

³³ To zapravo znači da televizijsku sliku obično gledamo pod užim vidnim kutom negoli sliku u kinu. Pravilo pak glasi kako televizijsku sliku treba gledati s udaljenosti od 5 do 6 visina televizijskog prijemnika.

Interval

Poznata i alarmantna kvarta, kojom vatrogasci zvučno uzbuđuju naša srca, može biti otpjevana i odsvirana u svim tonalitetima i na raznim instrumentima, ali će uvijek zadržati svoju akustičku konstelaciju, svoj poseban karakter, i odmah ćemo ju prepoznati. To znači da signal "vatra" ne prepoznajemo po dva tona, recimo "c" i "f", nego po intervalu među njima. Crveno svjetlo, manje ili više crveno, ne znači zabranu prolaza. Ono to počinje značiti tek kad se pojavi ispod zelenog na uličnom semaforu. Dakle *interval, odnos, razmak između dvije boje označio je određeni sadržaj.*

Poznat je pokus s vodom u tri posude: u prvoj je vruća, u drugoj mlaka, a u trećoj hladna voda. Umočimo li lijevu ruku u posudu s vrućom vodom, a desnu u onu s hladnom, te tako ostanemo nekoliko trenutaka, pa nakon toga umočimo obje ruke u srednju posudu s mlakom vodom, desna ruka najednom javlja da je voda vruća, a lijeva da je hladna. Dakle, ni jednom rukom ne osjećamo objektivnu temperaturu vode, nego samo interval koji vlada među pojedinim temperaturama.

To je još jedan dokaz kako je interval odlučujući ne samo u sferi akustičkog i optičkog nego i taktilnog.

Slično je i s ljudskim vizualnim aparatom kojim gotovo nikad nećemo vidjeti boje onakvima kakve one doista jesu u fizikalnom smislu. Stavimo li pred oči crvene naočale, nakon nekoliko trenutaka privikavanja ustanovit ćemo da svijet nije postao crven, nego jednobojan, monokromatičan. To je zato što smo filtrom poništili sve boje osim boje filtra samoga. A toj boji, zbog specifičnog mehanizma našeg gledanja, ne vjerujemo: ta kako bismo povjerovali da je svijet najednom obojen krvavo crvenom bojom! Kako bismo mogli povjerovali naočalama koje nas nastoje uvjeriti da je papir pred nama crven, kad pouzdano *znamo* da je bijel. Takvu pomisao jednostavno odbacujemo kao lažnu i neuvjerljivu. Povjerovat ćemo da je neki papir crven tek tada kad njegovu boju *suprotstavimo* nekoj drugoj boji, kad ocijenimo *interval* što vlada među njima. Tek tada vjerujemo: to je crveni papir. Dakle, opet je interval koji vlada među bojama označio određeni sadržaj.

Tako je i s bojom. Gotovo nikad nećemo moći točno ocijeniti lokalnu boju, boju kojom je neki predmet objektivno obojen. Naša ocjena i doživljaj boje uvijek su ovisni o suodnosima boja, o intervalima koji vladaju među njima.

Najveći je interval u glazbi oktava, razmak od 7 tonova.
Najveći interval u boji vlada među komplementarnim bojama.

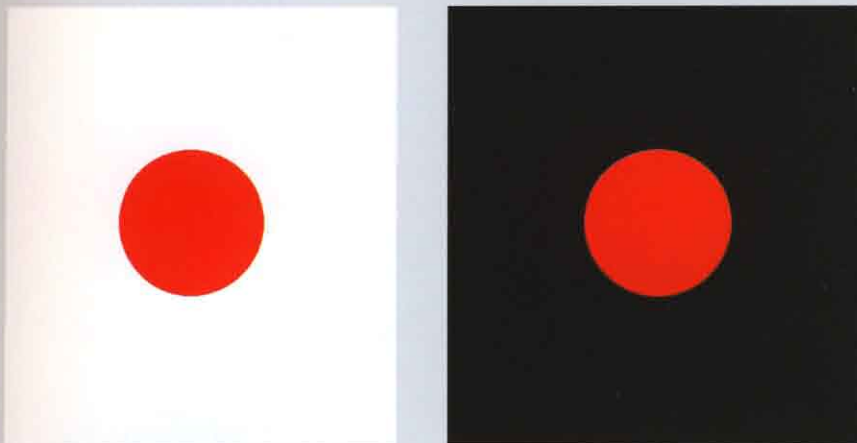
Iz toga bi se moglo zaključiti da je interval isto što i kontrast. No, to nije posve točno. Kontrast se uvijek odnosi na razliku između svjetla i sjene, pa zato u crno-bijelom uvijek rabimo taj termin, jer crno-bijelu sliku tvore u prvom redu svjetlo i sjena. No, kad je riječ o boji, slika može biti niskog kontrasta, ali visokog intervala među bojama, i obratno.

Kao što u glazbi postoje suzvučja ili konsonance koje zvuče harmonično, odnosno disharmonično, tako se i boje odnose jedna prema drugoj - harmonično ili disharmonično.

Odnos boja - podloga

Svaka boja mijenja svoje djelovanje ovisno o pozadini (podlozi) na koju je nanosena. U pravilu, svaka boja na svijetloj pozadini gubi od svoje vlastite svjetloće, potamnjuje, te postaje manje zasićenom, mirmijom i zagasitijom. Na tamnoj pozadini, naprotiv, boje postaju svjetlije, snažnije i djeluju čistije.

Treba zamijetiti još jedan učinak - prividnu promjenu veličine. Crvena točka, koja je na svijetloj podlozi, pritisnuta bjelinom sa svih strana, doima se osjetno manjom od one na tamnoj podlozi (**slika 17.**).



Slika 17.

Promijenimo li boji podlogu, okolinu, lokalna se boja crvene točke, ako iz vidokruga isključimo podlogu, nije nipošto promijenila.

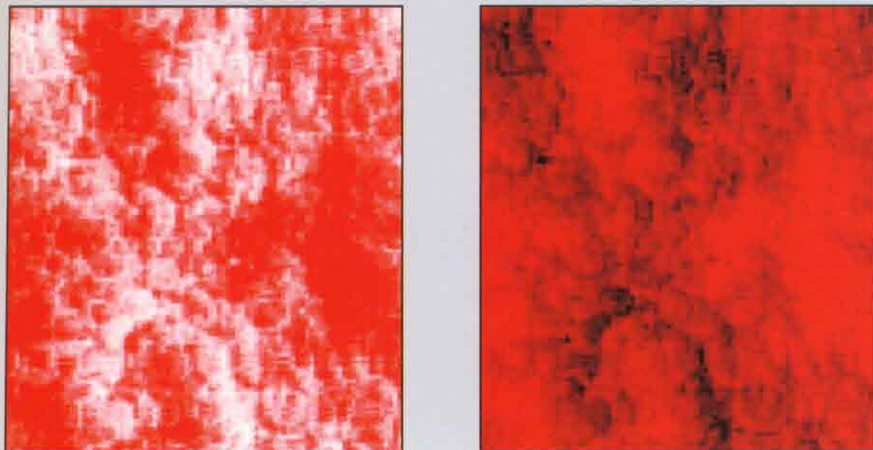
No, uvijek će na tamnoj podlozi djelovati svjetlije, blistavije i čistije.

Na svijetloj podlozi, naprotiv, potamnjet će, izgubiti svježinu i čistoću.

Zbog velike vlastite svjetloće bijelo je manje osjetljivo na utjecaj ostalih boja nego neutralno sivo. Potpuno crno će se također malo promijeniti pod utjecajem okoline.

Najneutralnija je boja (zapravo *neboja*) srednje siva, pa je i najosjetljivija na sve moguće utjecaje i reflekske. Zbog toga čistu sivu rijetko nalazimo na slikama, jer uvijek poprima neki veo (dominantu). Izolirano srednje sivo je najneizražajnije, no u kombinaciji s nekom drugom bojom odmah prihvaća komplementarni odsjaj susjede, istodobno oslabljujući njezinu boju (**slika 18.**).

Taj je efekt poznat pod nazivom *simultani učinak*, o kojem će poslije još biti riječi.



Slika 18.

Na isti se način ponašaju boje kad je po slici razasuta veća količina mrlja bijeloga ili crnoga (svijetloga ili tamnoga).

Svijetle mrlje oduzet će intenzitet osnovnoj boji, učiniti ju manje sjajnom. Dok će tamne, obratno, zasititi svjetloću osnovne boje.

Komplementarne boje

Postoji nekoliko tumačenja pojma komplementarnih boja od kojih je svako točno, iako su na prvi pogled različita. Citiramo neka od njih:

Komplementarna boja je ona koja nastaje kad iz svjetlosnog spektra oduzmemo jednu od primarnih boja svjetla:

bijelo minus zeleno = grimizno

bijelo minus crveno = cijan

bijelo minus plavo = žuto.

(The Focal Encyclopedia of Film & Television Techniques)

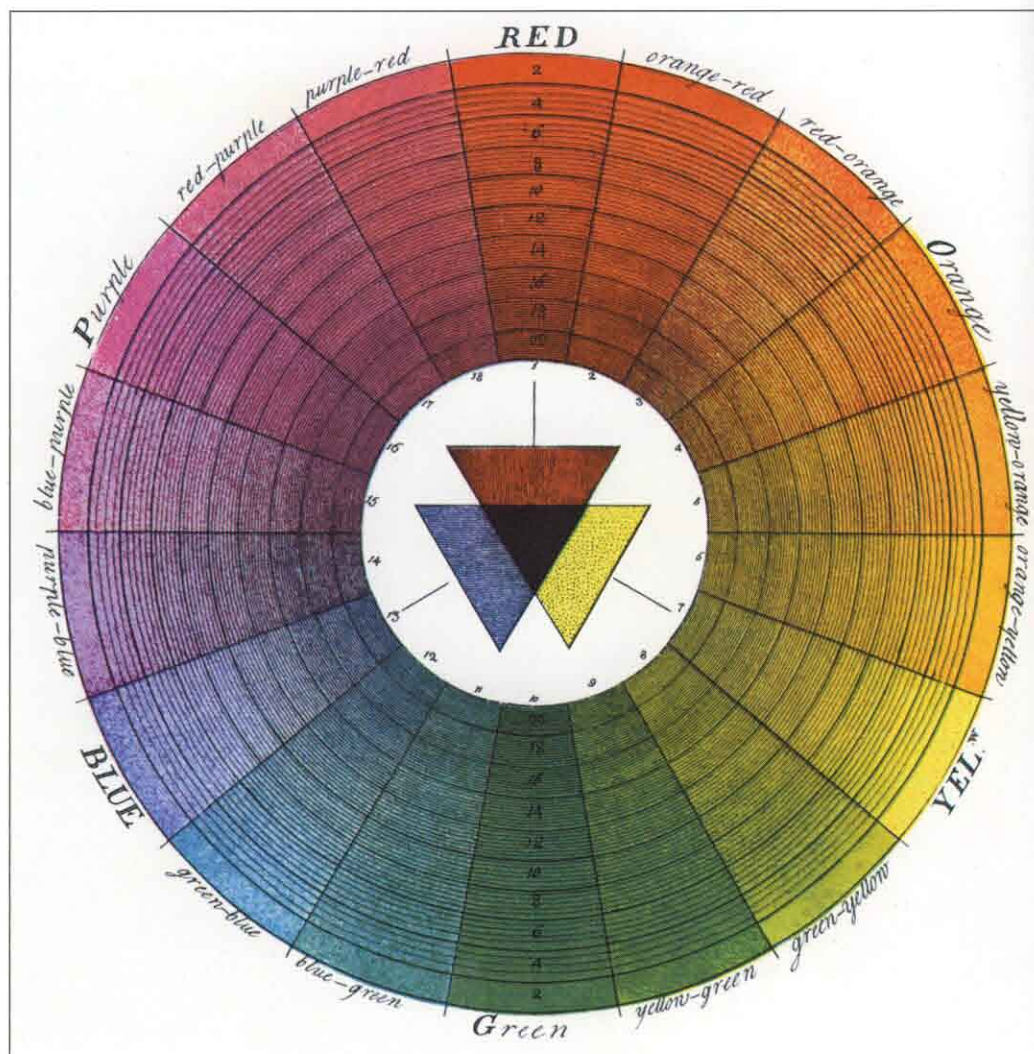
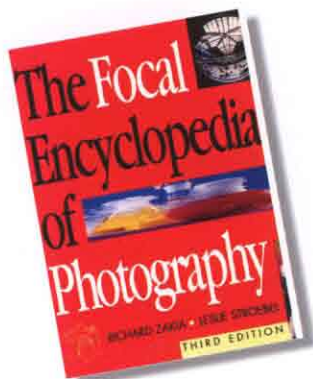
Dvije komplementarne boje svjetla, dodane jedna drugoj u određenim proporcijama, izazivaju osjet bijelog, odnosno sivog. Također dva komplementarna pigmenta dodana jedan drugom u određenim koncentracijama daju sivo.

Komplementarnim se također nazivaju boje komplementarne primarima (crvenom, zelenom i plavom) - cijan, grimizno i žuto.

(Spencer, D. A.: Color Photography in Practice)

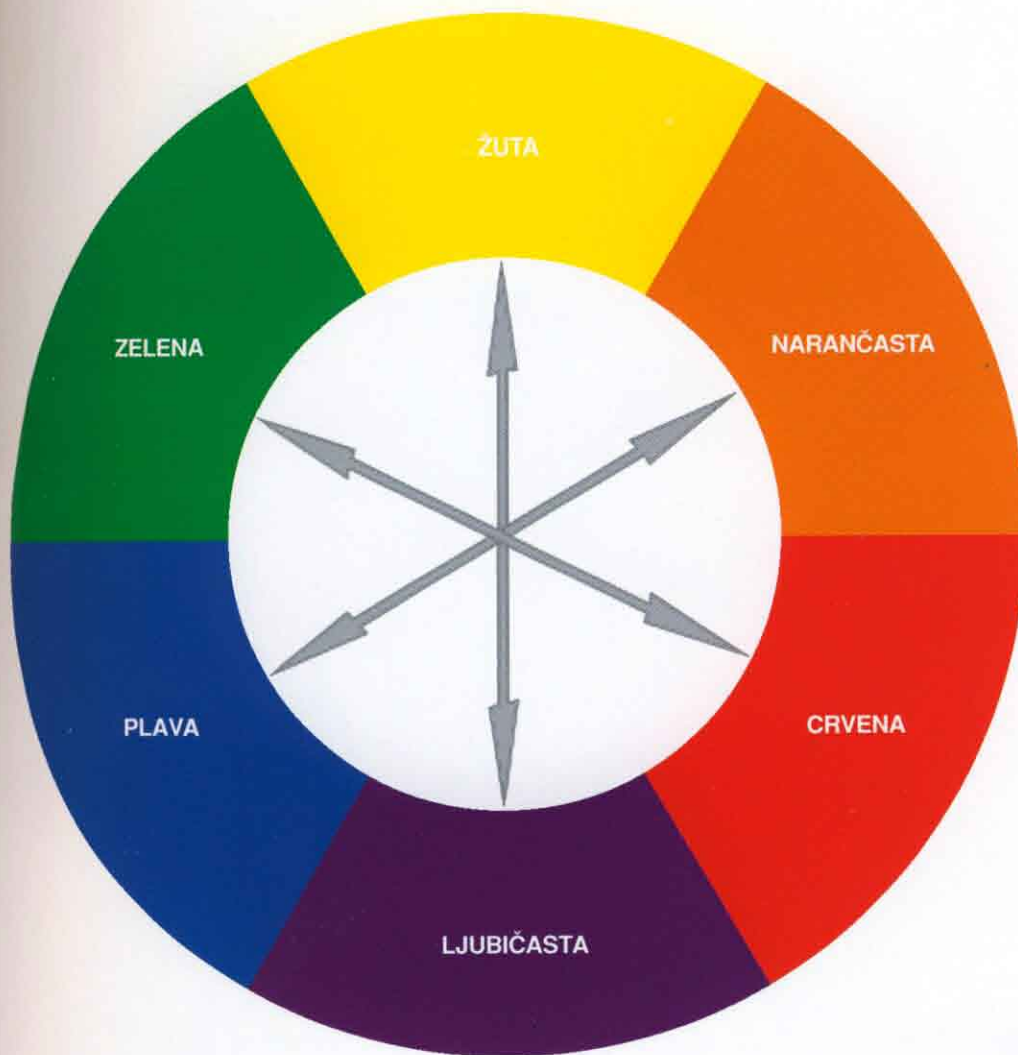
Jedna je boja komplementarna drugoj ako njihova svjetla, kad se zbroje, daju bijelo svjetlo.

Svaki filter propušta svjetlo svoje vlastite boje, a apsorbira svjetlo komplementarne.
(The Focal Encyclopedia of Photography)



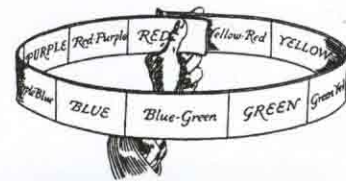
Slika 19.

Najstarija poznata kružna paleta boja nastala je oko 1776. godine. Sastavio ju je izvjesni Moses Harris. Rasporedom boja nalik je suvremenim rješenjima (poput onoga na slici 20.)



Slika 20.
 Suvremena kružna paleta boja, kakvom su se služili i služe svi teoretičari boje od Johana Wolfganga Goethea do Johannesa Ittena. Podijeljena je na šest osnovnih boja.
 To-su:

- žuta
- narančasta
- crvena
- ljubičasta
- plava
- zelena



Slika 20.A.
 Isaacu Newtonu se pripisuje zamisao da sliku spektra svije u kružnicu i spoji joj krajeve (crveno i ljubičasto), te na taj način stvori kružnu paletu koja je nezaobilazno pomoćno sredstvo za razumijevanje i proučavanje problema boje.

Na temelju svih ovih definicija možemo zaključiti da su *komplementarne boje one koje na kružnoj paleti boja stoje jedna nasuprot drugoj.*

Biti komplementaran³⁴ znači biti nadopunjujući, dopunski, upotpunjujući. Mogli bismo, dakle, reći da su komplementarne one boje koje se međusobno nadopunjuju, a rezultat je bijela, siva ili crna, ovisno o tome miješaju li se obojeni snopovi svjetla prema aditivnoj ili suptraktivnoj sintezi boja³⁵, ili se pak miješaju pigmenti i bojila.

Ne zna se točno komu je najprije pala na pamet zamisao da sliku spektra svije u kružnicu i spoji joj krajeve (crveno i ljubičasto - vidi **sliku 10.**), te na taj način stvori kružnu paletu boja koja je nezaobilazno pomoćno sredstvo za razumijevanje i proučavanje problema boje.

Na ovoj se slici vide komplementarni parovi boja, tj. parovi onih boja koje stoje jedna nasuprot drugoj. To su tri osnovna komplementarna para:

- žuta / ljubičasta
- narančasta / plava
- crvena / zelena



³⁴ Od lat. *complere* - ispuniti, napuniti.

³⁵ Vidi poglavlja *Aditivna sinteza boja* i *Suptraktivna sinteza boja*.



Slika 21.

U složenijoj varijanti isti se lik prikazuje s dvanaest podjela, jer osim šest osnovnih boja prikazuje i njihove mješavine, a to su:

- žutonarančasta
- narančastocrvena
- crvenoljubičasta
- plavoljubičasta
- plavozelena
- žutozelena.



Kad ovu paletu usporedimo sa slikom tzv. Munsellova kotača (vidi **sliku 22.**), vidimo da ovdje nisu u potpunosti poštovani fizikalni zakoni. Ovdje je raspored boja nastao kao rezultat empirijskih istraživanja i iskustava pri miješanju pigmenta i bojila. Ovdje je riječ o boji kao o likovnoj, a ne fizikalnoj kategoriji³⁶.

Ovakav dvanaestodijelni krug boja za svoje je rasprave rabio teoretičar boje Johannes Itten, pa se za nj zato često kaže i *Ittenov krug boja*.

Komplementarne boje su, dakle, *one boje koje na kružnoj paleti boja stoje dijametralno, jedna nasuprot drugoj*. Komplementarne boje na različitim paletama boja nisu identične, nego zavise o tome koje su boje na nekoj paleti uporabljene kao primarne³⁷.

Kao što je kod crno-bijelog postupka sve ono što je na negativu crno na pozitivu bijelo, i obratno, tako je kod kolor-negativa sve komplementarno: što je, na primjer, na negativu crveno, na pozitivu će biti cijan, i obratno.

Negativ/pozitiv proces kolor-fotografije ponajprije na negativu stvara boje koje su komplementarne onima u prirodi, a onda se, po istom principu, pravi pozitiv-kopija na kojoj su boje komplementarne onima na negativu. Tako na pozitivu dobivamo boje vjerne onima u prirodi.

³⁶ Vidi napomenu ⁴⁶ u poglavlju *Primari*.

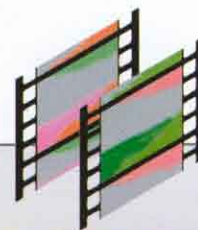
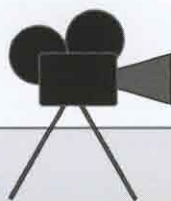
³⁷ Vidi poglavlje *Primari*.

³⁸ Usporedi s dvadesetodijelnim Munsellovim kotačem (**slika 7.**).



Slika 22. Tzv. desetodijelni Munsellov kotač³⁸. Ovakva se znanstvena podjela ponešto razlikuje od (ne baš sasvim točnog) prikaza boja na standardnoj kružnoj paleti boja (slike 20. i 21.), ali su razlike u ovu svrhu zanemarive. Na njoj je vidljivo pet komplementarnih parova:

- žuta / plavoljubičasta
- žutozelena / ljubičasta
- zelena / crvenoljubičasta (magenta)
- plavozeleno (cijan) / crvena
- plava / narančasta.

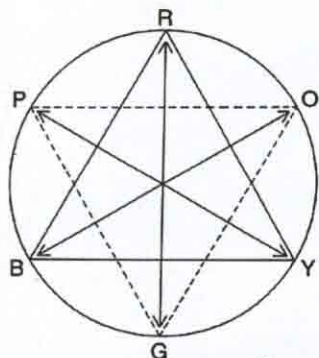


Pri snimanju	Pri kopiranju
<p>Boje prizora</p>	<p>Negativ</p>
<p>Slojevi negativna osjetljivi na:</p> <p>plavo →</p> <p>zeleno →</p> <p>crveno →</p>	<p>Slojevi pozitivna osjetljivi na:</p> <p>crveno →</p> <p>zeleno →</p> <p>plavo →</p>
<p>Negativ</p>	<p>Pozitiv</p>

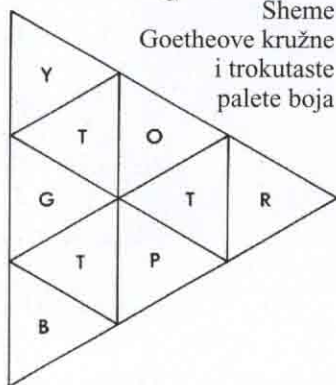
4. Sistematizacija boja

Sistematizacija boja

Godine 1801. Thomas Young, a poslije Hermann von Helmholtz, ustanovili su kako je moguće prikazati bilo koju boju svjetla s pomoću mješavine triju primarnih svjetlosnih izvora. No, da bi se o bojama i njihovu suodnosu moglo raspravljati, treba boje nekako sistematizirati, svrstati ih u neke kategorije, poput onoga što čini gramatika kad riječi razvrstava u glagole, imenice ili pridjeve.



Sheme Goetheove kružne i trokutaste palete boja



Postoje različita pomagala za bolje razumijevanje i lakše snalaženje u ponešto kompliciranom sustavu pravila harmoničnog slaganja boja. Tu je u prvom redu kružna paleta boja kojom se služio još Johann Wolfgang von Goethe (1749. - 1832.)³⁹. Taj se prikaz boja oslanja više na miješanje pigmentata i bojila. Nedostatak mu je što se njime mogu prikazati samo spektralne boje. Da bi se to ispravilo, postoji još i devetodijelna, trokutasta paleta boja, na kojoj se mogu prikazati i tercijari - oker⁴⁰, maslinastozielena i crvenkastosmeđa.

Nema boja koje su važnije ili manje važne. Ima samo onih koje su uočljivije ili koje prema njihovu djelovanju na naša osjetila svrstavamo među one koje lakše zapažamo ili čak jednostavnije imenujemo. To su uglavnom osnovne ili primarne boje, kojih ima nekoliko grupa. U klasifikaciji koja slijedi pošlo se od principa redoslijeda nastajanja boja.

Ovisno o namjeni, izbor primarnih boja može biti različit. Slikari, na primjer, biraju *crvene*, *plave* i *žute* pigmente za svoje primare od kojih miješanjem mogu dobiti sve ostale boje, dok se televizija u boji služi *crvenim*, *plavim* i *zelenim* svjetlom za generiranje ostalih boja.

Prema redoslijedu tvorbe boje se dijele na:

- primare, ili boje prvog reda
- sekundare, ili boje drugog reda
- tercijare, ili boje trećeg reda.

³⁹ Da, onaj isti koji je napisao Fausta, što je dobro znano, ali manje je znano da se vrlo ozbiljno bavio istraživanjem boja i da je napisao ozbiljnu raspravu pod naslovom *Zur Farbenlehre*.

⁴⁰ Od grč. *ôchrós* - blijed, žut. Za ovu boju u optjecaju su još i nazivi *bež* i *drap* (franc. *beige* i *drap* - boja pijeska).

⁴¹ U tehničkim su strukama međunarodno prihvaćeni engleski nazivi aditivnih boja svjetala i njihovi akronimi RGB.

⁴² U tehničkim su strukama međunarodno prihvaćeni engleski nazivi suptraktivnih boja i njihovi akronimi YMC.

⁴³ Vidi poglavlje *Aditivna sinteza boja*.

⁴⁴ Vidi poglavlje *Suptraktivna sinteza boja*.

⁴⁵ Vidi poglavlje *Pasluka*.

Boje svjetla

Aditivni

(engleski)⁴¹

crveno (*red R*)
 zeleno (*green G*)
 plavo (*blue B*)

Suptraktivni

(engleski)⁴²

cijan (zeleno + plavo) = bijelo - crveno (*cyan C*)
 magenta (crveno + plavo) = bijelo - zeleno (*magenta M*)
 žuto (crveno + zeleno) = bijelo - plavo (*yellow Y*)

Primari

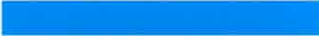


Da ne bi došlo do pomutnje kada je riječ o primarima, treba reći kako postoji nekoliko različitih tumačenja primarnih boja, koja su zapravo sva točna. To je rezultat činjenice da se primarne boje mogu tumačiti s različitih stajališta: s fizikalnog, kemijskog, psihološkog i slikarskog, odnosno likovnog.

Fizikalno se stajalište odnosi na ponašanje obojenih zraka svjetla i na njihovo miješanje. Tako razlikujemo već spomenute aditivnu i suptraktivnu sintezu boja i pripadajuće aditivne i suptraktivne primare.

Aditivni primari⁴³

crveno	R	
zeleno	G	
plavo	B	

Suptraktivni primari⁴⁴

plavozeleno (cijan) - komplementarno crvenom	C	
grimizno (magenta) - komplementarno zelenom	M	
žuto - komplementarno plavom	Y	

Važno je zapamtiti da se suptraktivni primari sastoje od boja svjetala komplementarnih aditivnim primarima.

Psihološki primari su boje važne za način opažanja (psihofiziologiju) boje. Prema Heringovoj teoriji⁴⁵ percepciju boje omogućuju receptori koji su u stanju proizvesti parove komplementarnih osjeta: crveno/zeleno, žuto/plavo i svijetlo/tamno. U našem *doživljaju boje* sve nam se te boje čine temeljnim. Zato i kažemo da su psihološki primari četiri boje i senzacije crnog i bijelog.

Psihološki primari

crveno	
zeleno	
plavo	
žuto	
bijelo	
crno	

Boje površina

Psihološki

crveno
zeleno
plavo
žuto
crno
bijelo

Slikarski

crvena
plava
žuta
crna
bijela

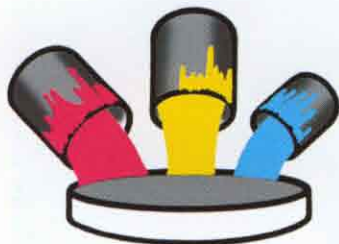
Likovni

crvena
plava
žuta

Tabela 1.
Primari izabrani
po različitim kriterijima

Mnogi su istaknuti umovi druge polovice proteklog milenija postavili svoje sistematizacije boja. Svaki je konstruirao svoj sustav boja, predložen u ravni ili u tri dimenzije. Ovdje su, kronološkim redom, navedeni tek neki od njih:

- Leonardo da Vinci**
(1452.-1519.)
- Sir Isaac Newton**
(1642.-1727.)
- Heinrich Lambert**
(1728.-1777.)
- Moses Harris**
- Graf von Rumford**
(1753.-1814.)
- Johann Wolfgang von Goethe** (1749.-1832.)
- Phillipp Otto Runge**
(1777.-1810.)
- Michel Eugène Chevreul**
(1786.-1889.)
- Eugène Delacroix**
(1798.-1863.)
- Rudolph Adams**
- George Field**
- James Clerk Maxwell**
(1831.-1879.)
- Ogden Rood**
(1831.-1902.)
- Wilhelm von Bezold**
(1837.-1907.)
- Albert Henry Munsell**
(1858.-1918.)
- Paul Baumann**
- Wilhelm Ostwald**
(1853.-1932.)
- Adolf Hoelzel**
(1863.-1934.)
- Paul Renner**
(1878.-1956.)
- Johannes Itten**
(1888.-1967.)
- Josef Albers**
(1888.-1976.)
- Faber Birren**
- Harald Küppers**
(1928.-)



Slikarski primari

- crvena - *aditivni primar*
- plava - *aditivni primar*
- žuta - *suptraktivni primar*
- bijela - *neboja*
- crna - *neboja*



Kao što sâm naziv govori, slikarski su primari onih nekoliko boja što ih slikari rabe za dobivanje svih ostalih. Kako se čini, slikari su među svoje primare uvrstili dva aditivna primara - crveno i plavo (što baš i nije sasvim točno)⁴⁶, jedan suptraktivni primar (žuto), i dvije *neboje* - bijelo i crno. Ove dvije neboje nužne su im kako bi, miješajući pigmente svojih osnovnih boja, mogli kontrolirati njihov stupanj zasićenosti⁴⁷. Pigmenti boja su supstancijalnog, tvarnog karaktera. Zato se može reći da su i slikarski primari tvarnog, odnosno kemijskog podrijetla.

Likovni (umjetnički) primari

Međutim, svi teoretičari koji na boju ne gledaju kao na fizikalni ili tehnološki problem, nego se bave njome s likovnog, umjetničkog stajališta, polaze od čistih slikarskih primara, a to su:

- crvena
- plava
- žuta.

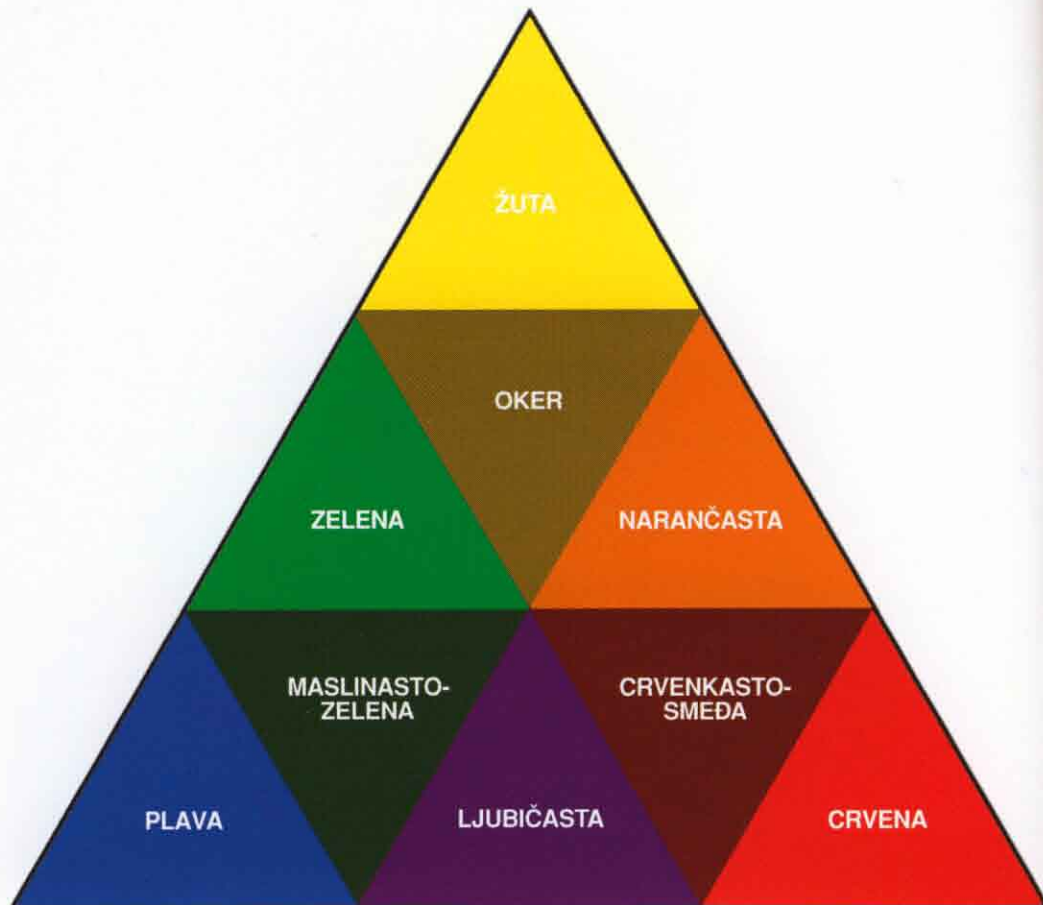


Kao što se vidi, ta se podjela razlikuje od slikarskih primara jedino po tome što su izostavljene bijela i crna, koje nisu boje u pravom smislu riječi, nego *neboje*, a mogu se dobiti aditivnim, odnosno suptraktivnim miješanjem svih triju ostalih primarnih boja.

Slika 23.
Trokutasta paleta boja.

⁴⁶ Rijetko će koji među slikarima slikarsko "crveno" nazvati njegovim pravim imenom - *magentom*, a slikarsko "plavo" - *cijanom*. Tehnički (fizikalno) gledano, slikarski primari doista jesu *suptraktivni primari* - cijan, magenta i žuto. Ovdje očito postoji neriješeno terminološko pitanje u imenovanju boja. No, pustimo slikare da nazivaju svoje primare kako im drago, tim više što su ovi nazivi, iako "neznanstveni", široko prihvaćeni u teorijama slaganja boja. Nama je dovoljno znati da *crveno* kao slikarski primar ne mora biti jednako *crvenom* kao aditivnom primaru. Isti je slučaj sa slikarskim *plavim* i aditivnim *plavim*.

⁴⁷ Definiciju pojma *zasićenosti* pogledaj u poglavlju *Atributi boje*.



Imi ćemo se u svim daljim razmatranjima o djelovanju boja držati ove likovne definicije po kojoj su crvena, žuta i plava primarne boje, od kojih se uvijek polazilo.

Primari i njihovi komplementarni parovi mogu se vidjeti na kružnoj paleti boja, koja se naziva još i Ittenovim krugom (vidi **sliku 21.** u poglavlju *Komplementarne boje*), i na trokutastoj paleti boja.

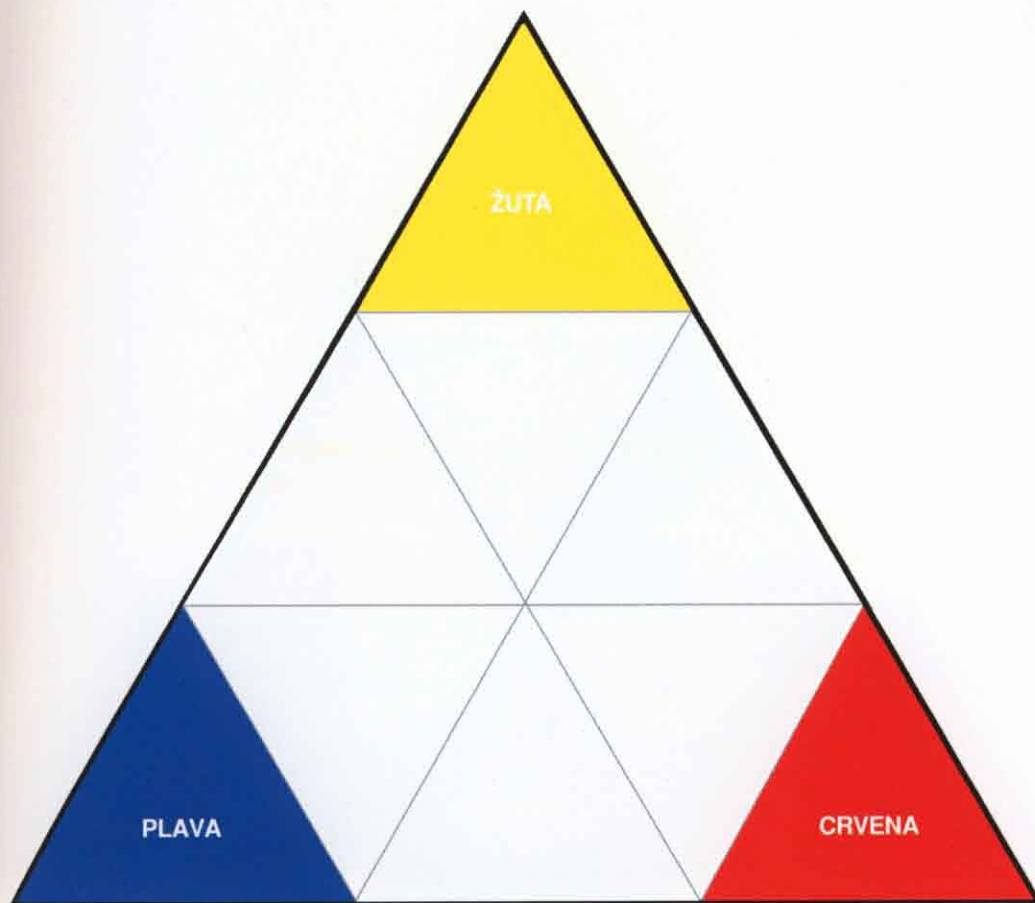
Slike na kojima prevladavaju primarne boje glasne su i nametljive, obično vrlo visokog kolorističkog kontrasta. Kojiput mogu djelovati jeftino i prostački, a kojiput veselo i bezbrižno. Kontrast boje prema boji kod primara vrlo je visok, pa zbog toga i slike osnovane na primarima djeluju vrlo kontrastno. Dakako, ovisno o stupnju zasićenosti boja.

Primari se općenito smatraju vrlo agresivnim bojama, osobito crvena i žuta. Njihov je raspon relativno uzak, pogotovo žute, koja zauzima najuže područje, i plave, koja zauzima malo šire područje. Usporedi sa slikom spektra (**slika 10.** u poglavlju *Spektar*).

Pojam raspona pojedinih boja najbolje ćemo shvatiti na primjeru crne, bijele i sive (neboje). Crna i bijela imaju najuže moguće područje. Postoji samo savršeno crna i potpuno bijela. Međutim, siva, njihova mješavina, zauzima najšire moguće područje: od posve mrke do prljavo bijele.



Slika 24.
Visoki kontrast boje prema boji u primara.



Slika 25.
Primari na trokutastoj paleti boja zauzimaju svaki po jedan kut istostraničnog trokuta.



Sekundari

Na dvanaestodijelnoj kružnoj paleti boja i devetodijelnom trokutu (vidi poglavlje *Primari*) vide se boje koje se mogu dobiti međusobnim miješanjem tih triju primarnih boja.

Međusobnim miješanjem boja prvoga reda mogu se dobiti boje drugog reda, ili sekundari:

žuta + plava = zelena
 žuta + crvena = narančasta
 crvena + plava = ljubičasta



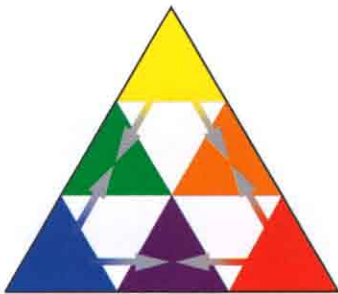
Daljnijim miješanjem primara sa susjednim sekundarima dobivamo šest kromatskih međustupnjeva, i to:

žuta + narančasta = žutonarančasta
 crvena + narančasta = crvenonarančasta
 crvena + ljubičasta = crvenoljubičasta
 plava + ljubičasta = plavoljubičasta
 plava + zelena = plavozelena
 žuta + zelena = žutozelena

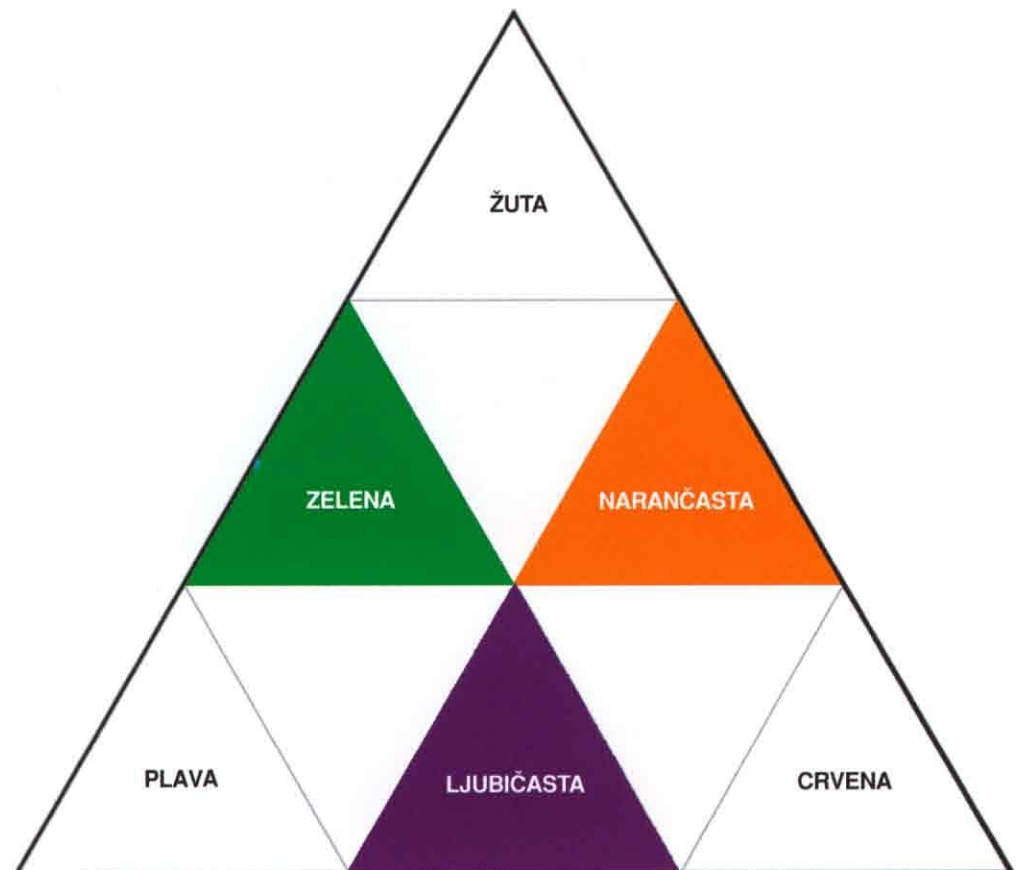


(Sve se to vidi na kružnoj paleti boja, na slici 21.)

Slika 26.
 Kontrast boje prema boji u sekundara osjetno je manji nego u primara.



Slika 27.
 Sekundari na trokutastoj paleti boja. Vidljivo je kako svaki sekundar nastaje miješanjem dvaju primara - od plave i žute nastaje zelena, od crvene i žute narančasta, a od plave i crvene ljubičasta. U tom se sustavu ne mogu prikazati kromatski stupnjevi kao na kružnoj paleti boja.



lje Pri-
imarnih

eda, ili

natskih



Sekundari se općenito smatraju mirnijim i manje agresivnim bojama od primara, iako u nekim kombinacijama i stupnjevima zasićenosti i oni mogu doseći dojam visoke agresivnosti.

Područja koja zauzimaju šira su od onih što ih zauzimaju primari, ali ne osobito, pogotovo narančasta, koja poput žute u vrlo malom pomaku postaje žutonarančasta, ili crvenonarančasta. Ljubičasta je šireg područja, a najšira je zelena (vidi sliku 10., u poglavlju *Spektar*).

U svom punom sjaju sekundarne boje mogu djelovati kričavo, a u prigušenom stanju plemenito i općenito hladnije od primara. Kontrast boje prema boji svakako je niži od onoga u primara, pa stoga i slike osnovane na sekundarnim bojama djeluju mirnije i staloženije.

Tercijari

Međusobnim miješanjem sekundara dobivamo boje trećega reda, ili tercijare. Te se boje ne mogu prikazati na kružnoj, nego samo na trokutastoj paleti boja:

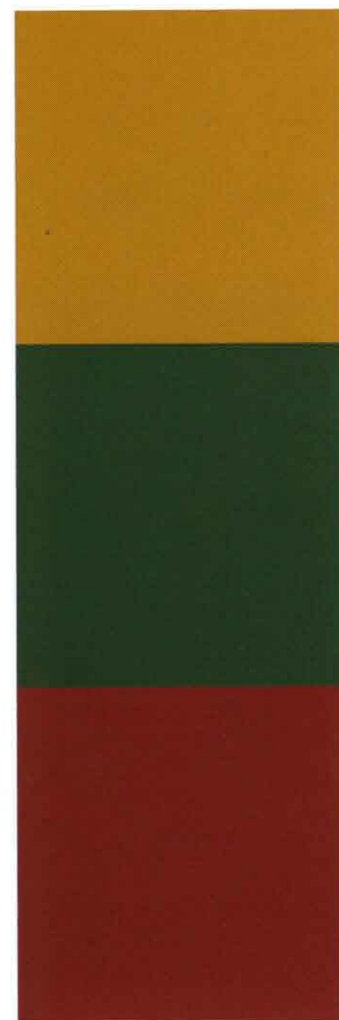
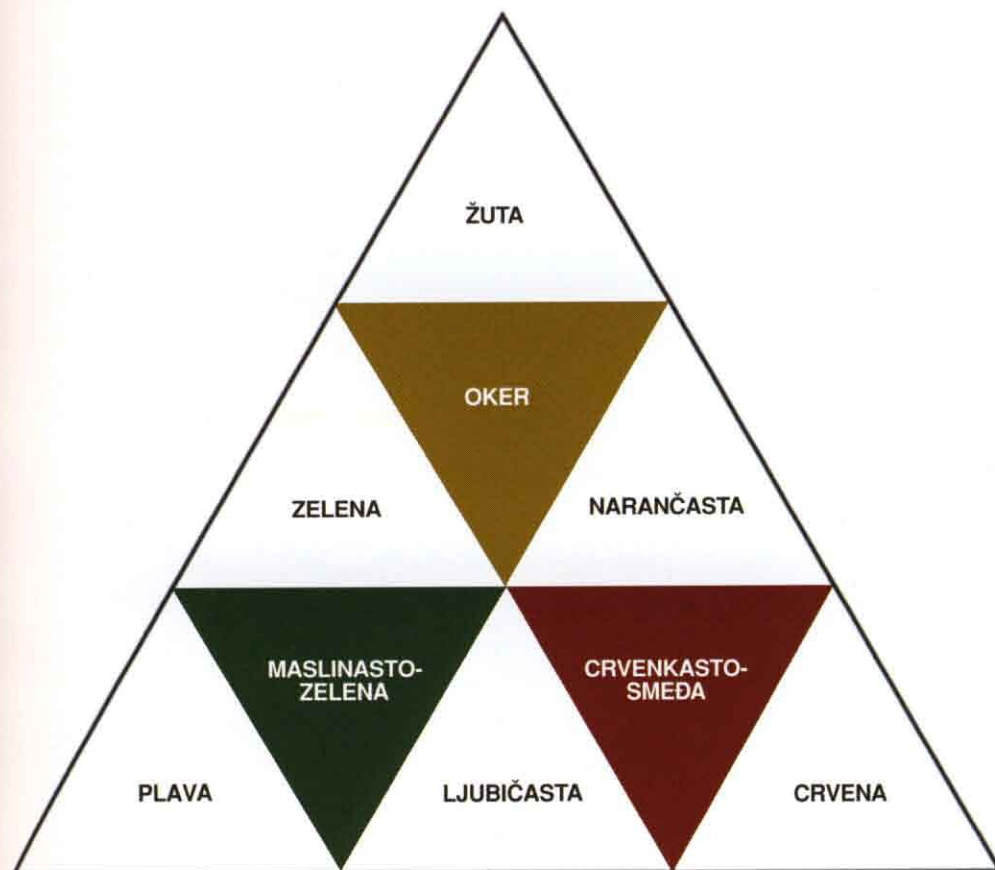
narančasta + zelena = oker

zelena + ljubičasta = maslinastozelena

narančasta + ljubičasta = crvenkastosmeđa

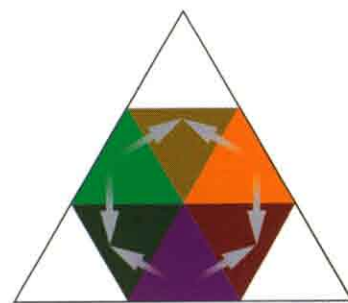


Tercijari su najnečistije, najneutralnije boje, zemljanog, mirnog i stabilnog karaktera. Zauzimaju vrlo široka područja djelovanja, gotovo poput sive. Kontrast boje prema boji veoma je nizak, pa stoga slike osnovane na tercijarima djeluju mirno, stabilno i nenametljivo.



Slika 28.

Kontrast boje prema boji u tercijara vrlo je nizak.









Slika 29.

Trokutasta paleta boja s prikazom tercijara. Vidljivo je kako svaki tercijar nastaje miješanjem dvaju sekundara - od zelene i narančaste nastaje oker, od narančaste i ljubičaste crvenkastosmeđa, a od ljubičaste i zelene nastaje maslinastozelena.

Svjetloća čistih boja

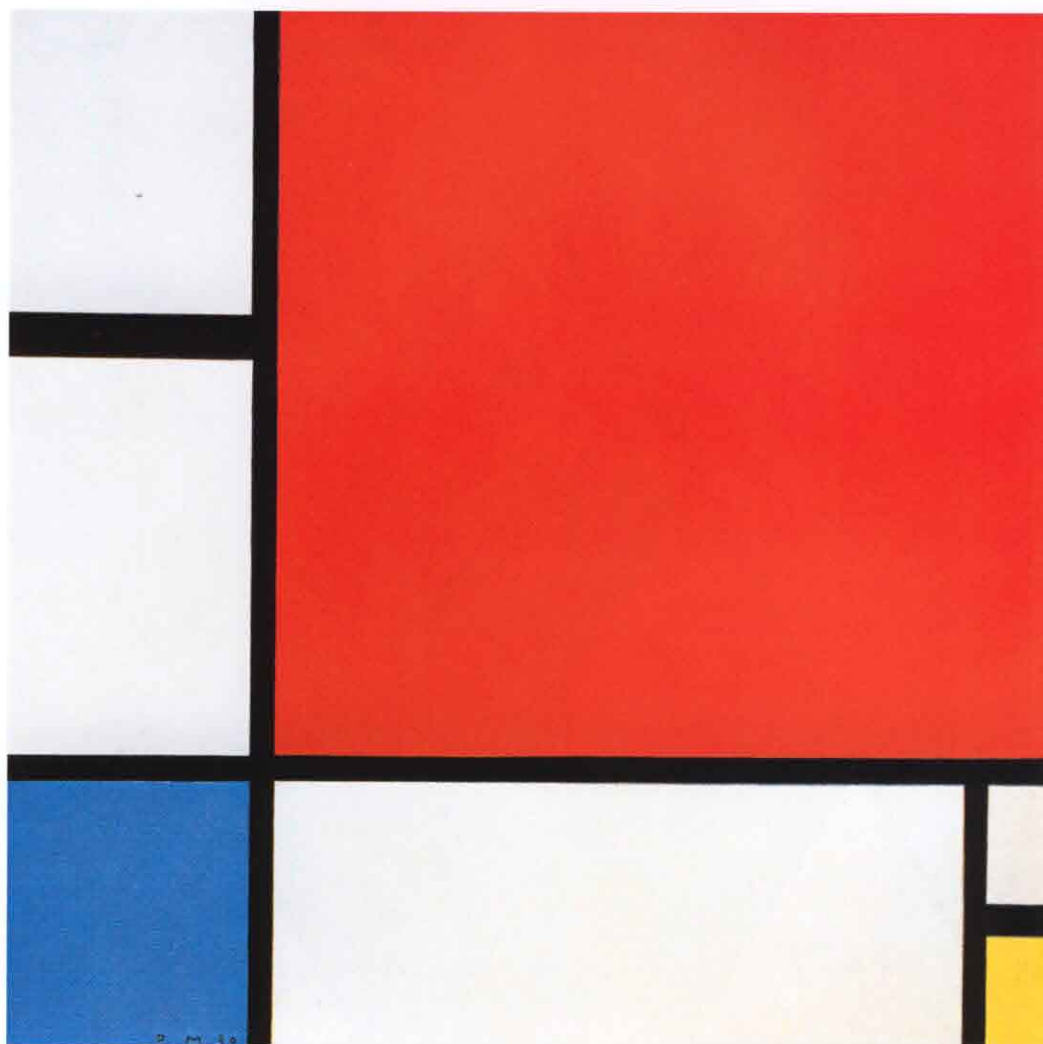
Svaka boja imade drukčiju vlastitu svjetloću i odgovara određenoj vrijednosti sive, s iznimkom crvene i zelene, koje su istovrijedne, što znači da im je ekvivalent sive jednak. Svjetlo/tamni pol zasićenih boja predstavlja žuta/ljubičasta. Žuta reflektira najviše svjetla, a ljubičasta najmanje. Plava, koja je svjetlija od ljubičaste, reflektirat će, dakako, nešto više svjetla. Narančasta, koja je opet nešto tamnija od žute, reflektirat će stoga manje svjetla. Kao što smo netom rekli, zelena i crvena su istovrijedne.

Već je Goethe ustanovio da se svjetloća čistih boja može izraziti jednostavnim brojčanim vrijednostima, pa ih je poredao u skalu s vrijednostima od 0 do 10 i dao svakoj boji njezin brojčani ekvivalent svjetloće:

žuta	9	
narančasta	8	
crvena	6	
zelena	6	
plava	4	
ljubičasta	3	

Komplementarni je par žuta/ljubičasta prema tome u omjeru 9 : 3, što znači da je svjetloća žute tri puta veća od svjetloće ljubičaste.

Iz toga slijedi da ljubičasta na nekoj slici mora zauzeti tri puta veću površinu od žute, ako ih želimo harmonično suprotstaviti jednu drugoj.



Slika 30.

Piet Mondrian, veliki majstor apstrakcije, sa slikama koje su lišene svake emocije, valjda je jedini slikar na čijim se slikama iz faze geometrijske apstrakcije može s velikom točnošću izmjeriti koliku površinu zaprema pojedina boja i u kakvom omjeru stoje jedna prema drugoj. Slika pod nazivom *Kompozicija s crvenim, plavim i žutim* mogla bi se s pravom nazvati i *Devet naprama jedan*, jer se crveno prema plavom odnosi kao 9 : 1, a plavo prema žutom također kao 9 : 1.

Prema
zauzin
odnos

žuta
naran
crvena
zelena
plava
ljubič

Ako s
opći č

Ne tre
i gdje
sliku
najne

Kon

Pomo
koje d
i stva
mogl







Kon

Ako p
koje s
žuta
naran
crven
crven
žutoz
žutor



Ti su
boje
Ujed
To o
pren

Prema tome, ako želimo sastaviti skalu iz koje će biti vidljivo koliku površinu slike treba zauzimati pojedina boja nekog komplementarnog para da bi se postigao harmonični odnos, treba zamijeniti brojeve na gornjoj skali:

žuta	3	
narandžasta	4	
crvena	6	
zelena	6	
plava	8	
ljubičasta	9	

Ako su na nekoj slici komplementarni parovi zastupljeni približno u ovakvim količinama, opći će dojam biti miran i ujednačen, dakle harmoničan.

Ne treba posebno naglašavati da ćemo rijetko vidjeti sliku na kojoj se boje ne preklapaju i gdje se matematički točno može izmjeriti površina koju pokriva neka boja (vidi sliku 30.). Izučeni i izvježbani gledatelj moći će to ipak "od oka" ocijeniti, a i onaj će najneukiji promatrač takav harmoničan odnos osjećati kao ugodu.

Konsonance ili suzvučja

Pomoću kružne palete boja mogu se konstruirati dvobojne i trobojne konsonance boja koje djeluju na naša osjetila harmonično (poput dvoglasnih i troglasnih akorda u glazbi) i stvaraju optičku ravnotežu. Te bi boje, miješane međusobno u idealnim omjerima, mogle dati srednje sivu.

Komplementarni parovi

Ako promotrimo dvanaestodijelnu paletu boja, ustanovit ćemo da ima šest parova boja koje stoje dijametralno jedna nasuprot drugoj. To su:

žuta - ljubičasta

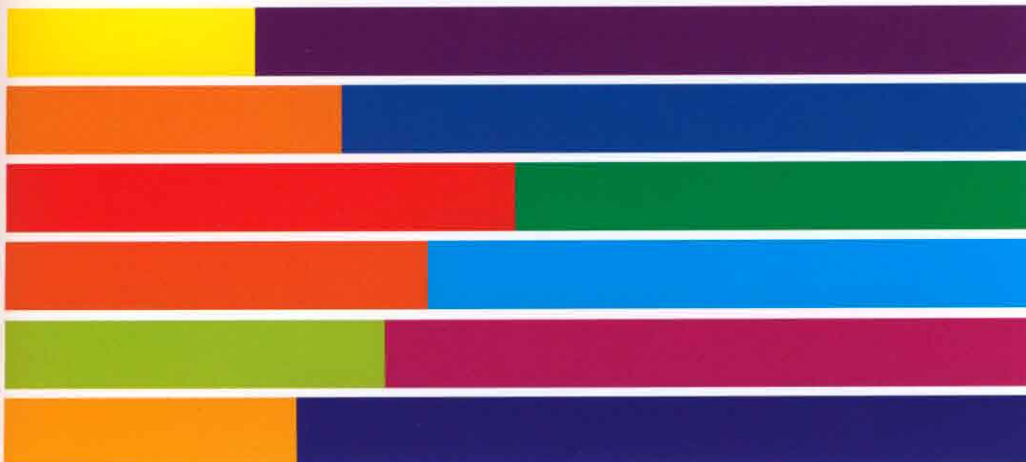
narandžasta - plava

crvena - zelena

crvenonarančasta - plavozelena

žutozelena - crvenoljubičasta

žutonarančasta - plavoljubičasta.



Ti su komplementarni parovi osnova harmoničnog slaganja boja. Komplementarne boje, zastupljene u pravilnim omjerima, predstavljaju potpunu optičku ravnotežu. Ujednačeni su kad jedna boja nije nimalo naglašenija od druge. To opet znači da površina koju zauzima jedna boja u slici stoji u ispravnom omjeru prema njezinoj svjetloći.

5. Harmonija boja

Harmonija boja

Ako otvorimo Klaićev veliki *Rječnik stranih riječi*, naći ćemo da harmonija predstavlja:

- sklad dijelova jedne cjeline
- sklad, skladnost, sukladnost, slogu, složnost
(muz.) a) dio teorije glazbe koji prikazuje sastavljanje akorda
b) istodobno zvučanje nekoliko skladnih tonova; blagoglasje, blagozvučnost.

Slika 31.

Opće šarenilo se često na fotografiji ne može izbjeći, pogotovo ako je nametnuto sadržajem, kao na ovoj slici. Koloristički i kompozicijski razuzdana slika, pretrpana bojom i mnoštvom detalja koji se ritmički ponavljaju. Zastupljene su sve boje koje postoje na kružnoj i trokutastoj paleti boja, sve crvene, žute i plave, sve zelene i sve crvenkastosmede nijanse.

Sve je to još potpomognuto ostrim sunčevim svjetlom. U crno-bijeloj tehnici ovakav bi kadar sasvim izgubio njemu primjereni cirkuski karakter.

Snimio Darko Tomaš, ADU

Svaka od ovih definicija, pogotovo one koje se odnose na glazbeno poimanje problema, uporabljive su i na likovnom području.

Ako *istodobno zvučanje nekoliko skladnih tonova* u glazbi prevedemo na likovni jezik, mogli bismo reći: *istodobni osjet nekoliko skladnih boja*.

Na nižoj razini ukusa pod pojmom harmonije boja najčešće se misli na one kombinacije boja koje na kružnoj paleti boja (**slika 21.**) stoje jedna uz drugu, ili vrlo blizu jedna drugoj. To se u svakodnevnom životu najviše očituje u odijevanju i uređenju stana. Klasična građanska odjeća i građanski stan obiluju raznim monokromatskim kombinacijama. Najčešće se radi o skali smeđih tonova, ili, na višem stupnju kolorističke mašte - tercijarima⁴⁸, poredanim s više ili manje ukusa.

Kad je riječ o harmoniji boja, onda se stavovi odnose uglavnom na područje ugodno/neugodno i pojmove lijepo/ružno. Takvi sudovi predstavljaju osobni stav i lišeni su objektivne vrijednosti. Itten⁴⁹ kaže da se *pojam harmonije boja mora izdići iznad razine subjektivnih osjećaja i postati objektivna zakonitost*. No postići zakonitost u tako osjetljivom, a istodobno nikakvim sredstvom mjerljivom području, svakako je težak, ako ne i nemogući zadatak. Naime, pod harmonijom boja podrazumijevamo istodobni



predstavlja:

vučnost.

je proble-

vni jezik,

mbinacije

zu jedna

ju stana.

im kom-

orističke

ugodno/

išeni su

drazine

u tako

e težak,

odobni



doživljaj nekoliko boja u nekoj (likovnoj) cjelini. No što ako isti sklop boja u jednoj cjelini dobro funkcionira, a u drugoj ne?

Sva su dosadašnja ispitivanja dokazala da svatko ima svoj osobni stav i vlastiti sud o harmoniji ili disharmoniji boja. Svatko ima svoje omiljene boje i kombinacije boja, te se iz toga kojiput može procijeniti čak i fizički i psihički habitus (iako to može izgledati poput gatanja sudbine iz dlana, ili biti nalik popularnim testovima u nedjeljnim izdanjima novina).

U likovnoj teoriji često se posuđuju termini koji se izvorno rabe u glazbi. Objašnjenje za to nije teško naći.

Po svojem fizikalnom podrijetlu boja (svjetlo) i zvuk imaju mnogih sličnosti, od kojih je temeljna valna teorija. Svaki je zvuk definiran svojom frekvencijom i valnom dužinom, a isto je i s bojom. Razlika je samo u tome što je zvuk titranje zraka, a svjetlo elektromagnetsko titranje. Zakonitosti i čvrstu matematičku logiku glazbenih suzvučja možemo dokazati vrlo precizno. Tajne ovdje nema, osim jedne osnovne: zašto? Zašto jedan matematički red djeluje ugodom na naš sluh? Kod svjetla, odnosno boje, obratno je: nema nikakve matematičke pravilnosti ni reda, nema zakonitosti, ali se (uglavnom) zna zašto⁵⁰.

Doživljaj boja vrlo je subjektivan fenomen. Zbog toga se harmonije ne mogu rješavati mehanički: ove boje idu skupa, a ove ne idu! Na primjer, zelena i plava dvije su boje koje se po zakonima harmonije ne slažu. No, što je onda sa zelenom livadom i plavim nebom iznad nje? Tko može reći da takav koloristički sadržaj nije harmoničan? Trstenjak⁵¹ tvrdi da se te dvije boje ne slažu ako se nalaze kao dijelovi iste površine i iste izradbe. Smatra kako promjena u materiji, strukturi ili tehnici može i najneobičniji par boja dovesti u harmoničan odnos.

Takvo bi objašnjenje moglo biti ipak prejednostavno, jer i sam Trstenjak već u sljedećoj rečenici kaže kako se u prirodi često vidi da se plavoljubičasto cvijeće sa zelenim lišćem stapa u čudesnu harmoniju boja. Tu se vjerojatnije radi o integraciji plavog i zelenog u cijan (modrozeleno), dakle jedan od suptraktivnih primara, vrlo rafiniranu, plemenitu i čistu boju koja je u stanju zadovoljiti našu vječnu pohlepu za ugodom.

Proces gledanja okom i interpretiranja optičke slike nastale u oku (ali koja se odvija nekim tajanstvenim procesima u ljudskom umu), svakako predstavlja jedan kompleksan



Slika 32.

Škrto doziranje boje u kadru iz Bergmanova filma *Krici i šaputanja*, snimatelja Svena Nykvista.

Treba imati hrabrosti da bi se sliku svelo samo na jednu boju, ovaj put zelenu u svim njezinim nijansama: od tamnozeleno, gotovo crne, do svijetlozelenkastožute.

Vrlo nisko jutarnje sunce (može biti i večernje, ali neutralno filtrirano) svojim oštrim horizontalnim sjenama i vertikalama stabala tvori kompozicijsku matricu L-forme, koja se nekoliko puta ponavlja.

Taj bi kadar mogao posve dobro funkcionirati i kao crno-bijeli, a da ništa ne izgubi od svoje ekspresivnosti.

No upravo takva disciplina pri uporabi boje (koju je na filmu teže izvesti nego u drugim likovnim umjetnostima) odaje ruku velikog snimatelja.

⁴⁸ Oker, smeđa, maslinasta.



⁴⁹ Johannes Itten, *Kunst der Farbe*, str. 21.

⁵⁰ Vidi poglavlje *Pasluka*.

⁵¹ Anton Trstenjak, *Človek in barve*.

studij, koji je od mnogih autora ekstenzivno obrađen. No, mi ćemo se zadržati samo na praktičnom aspektu problema, jer u jednoj hiperrealističnoj strukturi, kakva je filmska, teško je, ako ne i nemoguće, držati pod kontrolom neku veću likovnu cjelinu u smislu harmonije boja. Sve se svodi (osim u crtanom filmu) na kontrolu detalja u scenografiji i kostimografiji. Bolje išta - nego ništa.



Slika 33.

Mnogo je lakše slikarima. Oni mogu u potpunosti kontrolirati boju, jer sve što je u slici (i sve ono čega nema), plod je njihove volje.

Na Manetovu ulju *Proljeće* (1881.) sve je u prigušenim tercijarima (oker, smeđe, blago maslinasto), malog kontrasta boje prema boji i velike elegancije.

Svjetlo koje dolazi niotkuda i od svuda, svaka odsutnost modeliranja svjetlom, ali zato bogato nijansiranje bojom, karakteristično je za Manetovo slikarstvo.

“Slikam ono što ja vidim, a ne ono što se drugima sviđa gledati”, odgovarao je Manet kritičarima koji su ga optuživali da su mu slike plošne poput igraćih karata.

Pri har
da uop
ovise o

Dodu
učinc
tek iz

Sim
Simu
pasli

samo na
filmska,
u smislu
nografiji

Pri harmoničnom slaganju boja postoji bezbroj mogućnosti i bilo bi pogrešno pomisliti da uopće postoji neka "nemoguća" kombinacija boja. Sve su kombinacije moguće, ali ovise o nekoliko učinaka. To su:

1. simultani učinak
2. učinak bliskih boja
3. komplementarni učinak
4. učinak trozvuka
5. učinak količine
6. stereoskopski učinak.

Doduše, svaka se uspješna kombinacija boja ne može jednostavno objasniti ovim učincima, što dokazuju i **slike 31., 32. i 33.** No takve slučajeve ipak možemo smatrati tek izuzecima koji se opiru pokušaju sistematiziranja.

Simultani učinak

Simultani ili istodobni učinak (ili simultani kontrast) nastaje kao posljedica fenomena paslike.



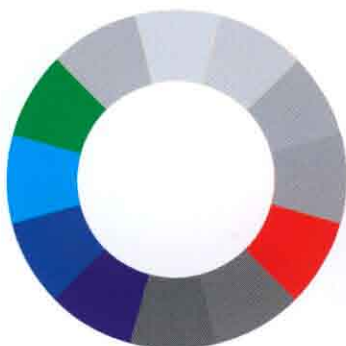
Slika 34.

Ako malo pomnije promotrimo ovu sliku, ustanovit ćemo da dio sivog obruča koji prolazi kroz zasićenu ljubičastu boju ima topliji, žućkasti, a druga polovica, ona koja prolazi kroz zasićenu žutu boju, hladniji, plavkastiji ton. Osim toga, pokušamo li netremice gledati dvadesetak sekundi u središte sivoga koluta, pa nakon toga sklopimo oči, "vidjet" ćemo pasliku u komplementarnim bojama: sivi će se kolut nalaziti na podlozi koja je zamijenila strane - na lijevoj je žuta podloga, a na desnoj strani ljubičasta.

Napomena: Pri gledanju prekrijte lijevu stranu knjige kako biste izbjegli utjecaj boja sa slike na susjednoj stranici.

Učinak bliskih boja

Najniži stupanj harmonije boja jest učinak ili sklad dviju ili više bliskih boja. Prosječan ukus uvijek se oslanja upravo na ovakve kombinacije, zapravo vrlo nalik monokromatskim rješenjima. Na prvi pogled može se učiniti da učinak bliskih boja predstavlja jednu prilično bezopasnu kombinaciju. To i jest tako ako se radi o kombinacijama neagresivnih, mirnih boja - okera i smeđe. Međutim, kombinacija plave i zelene, ili zelene i ljubičaste, može proizvesti doista neobične učinke.



Slika 35.

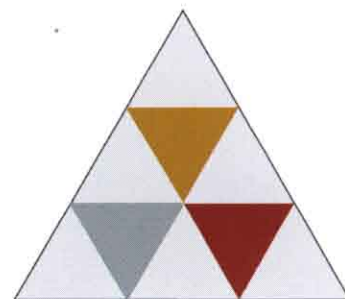
Učinak bliskih boja - plavoljubičaste, plave, plavozelene i zelene - vidimo na ovoj koloristički morbidnoj slici.

Dakako, ne treba zaboraviti *neboje*, crnu, bijelu, i crvenu u tragovima, o kojima ovisi svjetloća i zasićenost svih ostalih boja.

Takva kombinacija djeluje prilično nezdravo, iako odaje hrabrost pri odabiru boja, pogotovo u ovako rafiniranoj kombinaciji.

Učinak je neobično napadan, a pokazuje namjeru autora da prikaže svoj odnos prema određenom dijelu subkulture. Snimio *Sergije Michieli, ADU*

h boja.
lo nalik
kih boja
mbina-
e i zele-

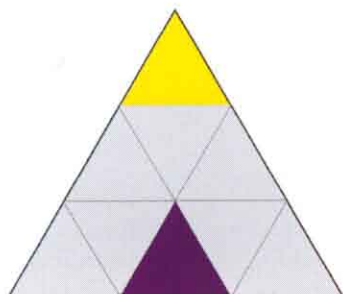


Slika 36.

Učinak bliskih boja:
Edgar Degas *Plesačica*.
Nizak kontrast boje prema
boji. Za razliku od prethodnog
primjera, raspon od svijetlog
okera preko crvenkastosmede
do tamnosmede uvijek
predstavlja nenapadnu, nježnu
i koloristički bezopasnu
kombinaciju.

Komplementarni učinak

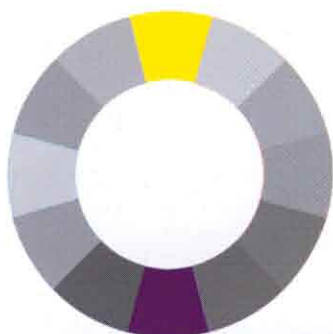
Komplementarni učinak osniva se na suprotstavljanju dviju komplementarnih boja (vidi sliku 20.):



žuta / ljubičasta →

narančasta / plava →

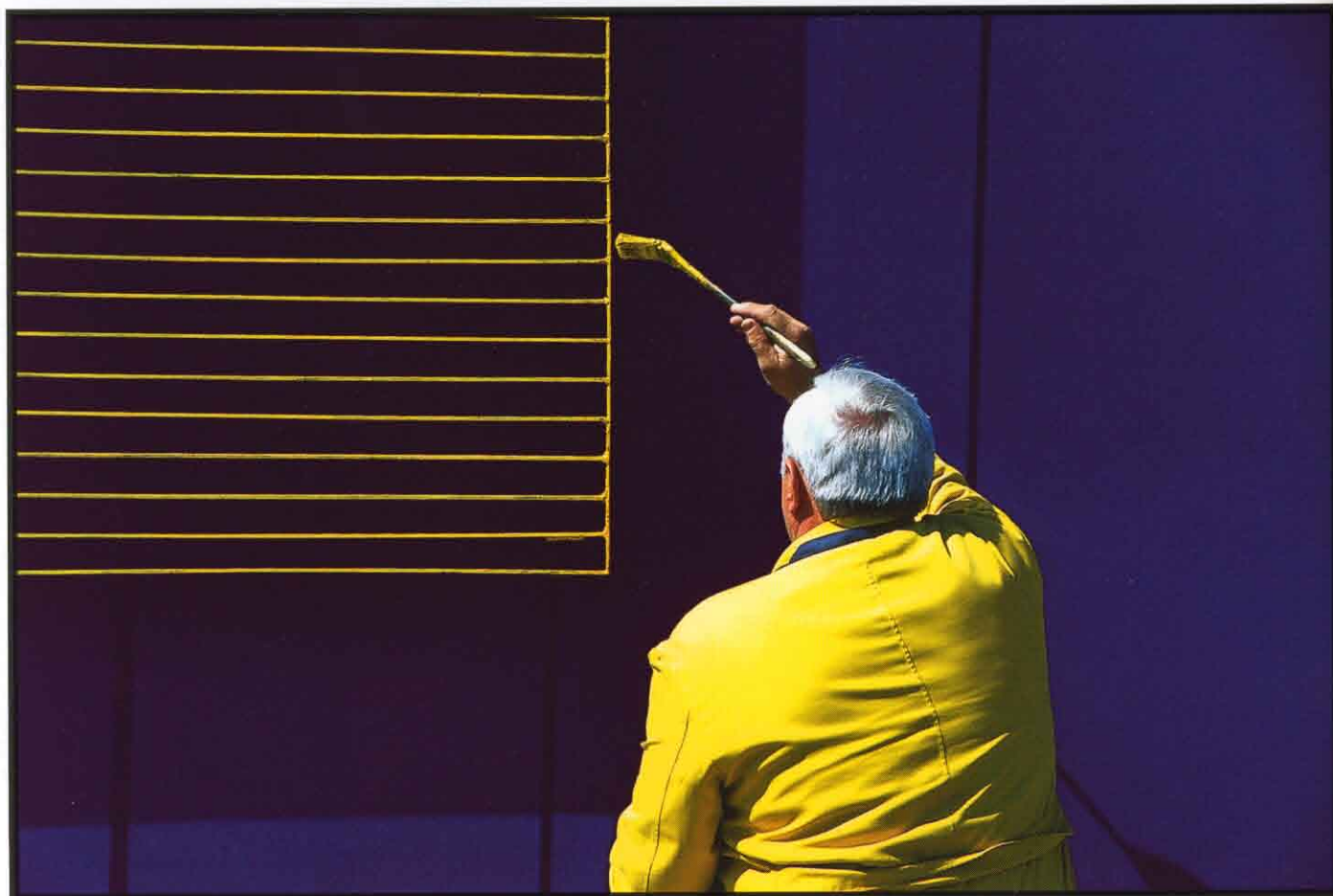
crvena / zelena →



Slika 37.

Dvozvuk žute i ljubičaste, koje su na ovoj slici u prilično pravilnom površinskom omjeru: žuta se prema ljubičastoj odnosi kao 3 : 9. Takav bi omjer trebao predstavljati idealnu kolorističku ravnotežu.

Istodobno, takav raspored žute i ljubičaste boje predstavlja i najveći mogući kontrast boje prema boji. Oštro, bočno svjetlo povećalo je, dakako, opći kontrast te vrlo vješto komponirane slike. Snimio *Miran Krčadinac, ADU*



Postoje, dakako, još i komplementarne kombinacije kromatskih stupnjeva (vidi sliku 21.):

žutonarančasta / plavoljubičasta →

narančastocrvena / plavozelena →

crvenoljubičasta / žutozelena →



Sve su te kombinacije vrlo visokog kontrasta boje prema boji.

Slika 38.

Savršeni komplementarni dvozvuk narančastožuto/plavoljubičasto prisutan je na slici *Konfiguracija* Hansa (Jeana) Arpa.

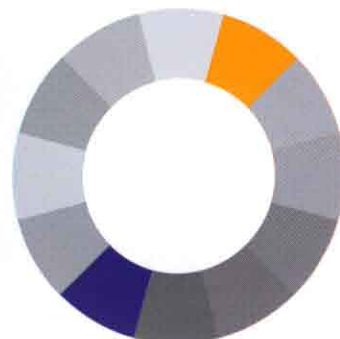
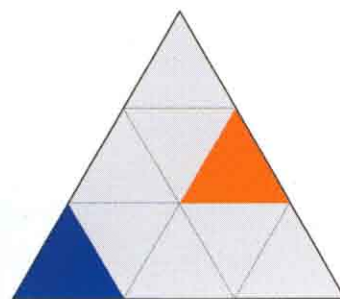
U svom likovnom izrazu Arp je težio za čistom linijom i jednostavnošću.

Njegova slika nije, poput fotografije, imitacija ni deskripcija izvanjskog svijeta, nego čista likovnost zbog likovnosti same.

Čisti oblik, čista boja.

Na ovoj slici nije ostalo ništa od klasičnog slikarstva osim barokne dijagonale koja dijeli sliku na dva, gotovo simetrična dijela.

Ovo je slika - zagonetka. Možete ju okretati na sve strane i uvijek će se prikazati u nekom novom obliku.



Slika 39.

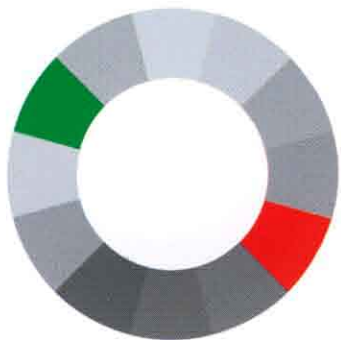
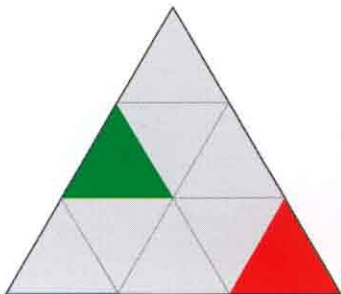
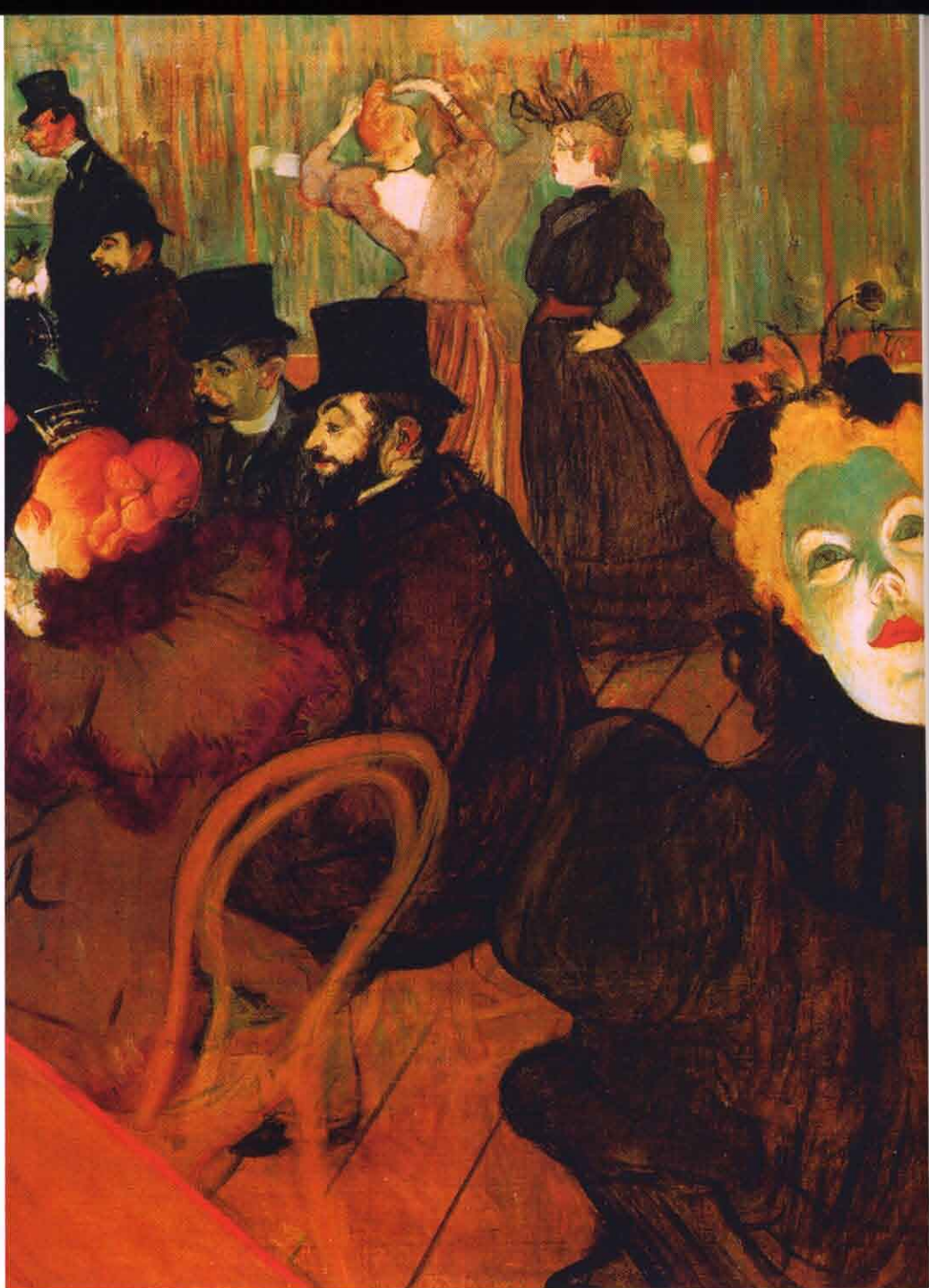
Komplementarni sklad crvene scenografije i zelenkaste plinske rasvjete javlja se na ovom isječku iz slike *U Moulin Rougeu* Toulouse-Lautreca.

Kad bi se nekako mogle izmjeriti površine koje zauzimaju crvena i zelena (ovdje zapravo cijan), vjerojatno bi se došlo do omjera 1 : 1, što predstavlja idealnu optičku ravnotežu boje prema boji.

Mlada dama u pozadini, koja si namješta kosu, navodno je slavna La Goulie, njegov inače omiljeni model.

Bogalj od djetinjstva, Lautrec je slikao uz umjetno svjetlo, a ne u prirodi kao pleneristi i impresionisti.

Komponirane poput vješto uhvaćenih "moment snimaka", slike su mu više nalik fotografijama ili filmskim kadrovima nego štafelajnom slikarstvu.

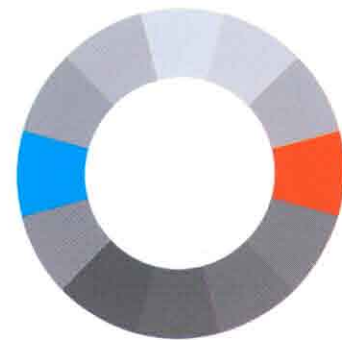




Slika 40.

Harmoničan dvozvuk primara: plavozelena (cijan) i njoj suprotstavljena crvenonarančasta. Obje boje na crnoj podlozi djeluju zasićenije, a odnos površine koju pokrivaju daleko je od pravila ravnoteže po kojem bi se površine crvene i plave trebale odnositi kao 6 : 8. No, upravo zato učinak crvene (iako ne baš osobito čiste), zastupljene na vrlo maloj površini prema velikom prostoru koji zauzima cijan, privlači više pozornosti na

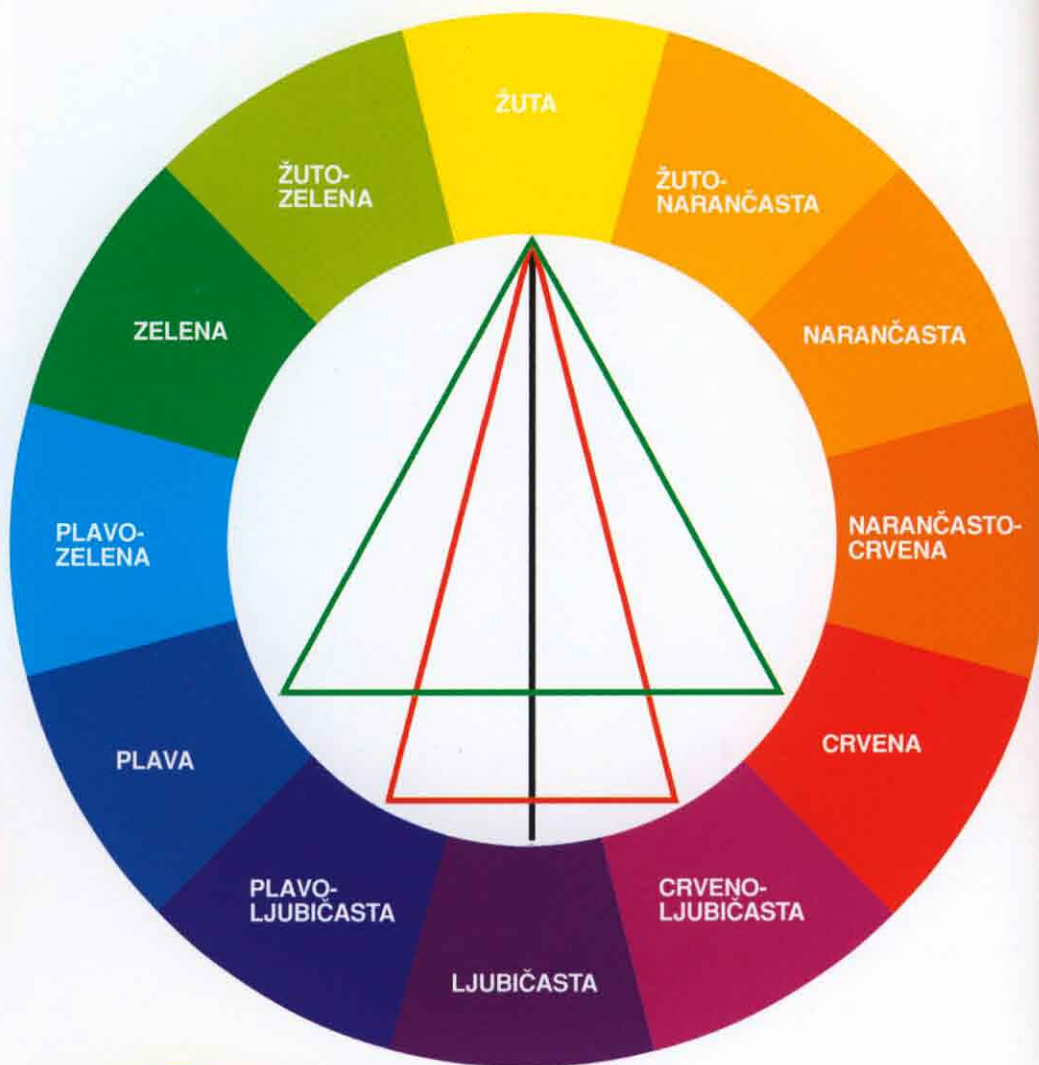
toranj crkve smješten na kompozicijski najboljem, najuočljivijem mjestu. To je također primjer za *učinak količine boje*, o čemu će biti riječi poslije. Zbog srazmjerno duge žarišne dužine i velikog relativnog otvora objektiva (blende) grane u prednjemu planu, u cijanu, potpuno su razlivenе. Upravo učinak postignut neoštrinom prednjega plana daje poetičnu notu ovoj uspjelej slici. Snimio *Darko Tomaš, ADU*



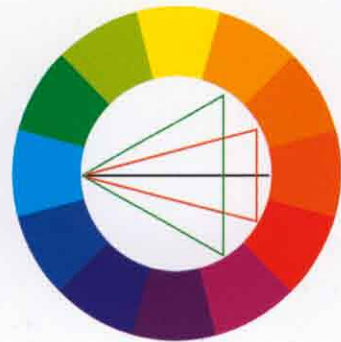
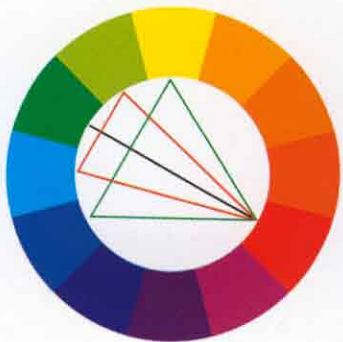
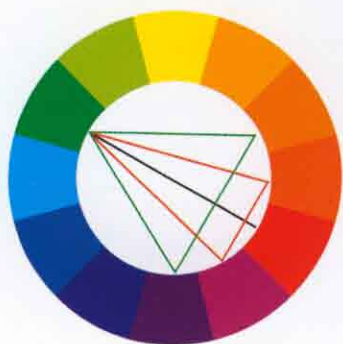
Harmonični trozvuci boja

Kada govorimo o dvozvucima i trozvucima boja, uvijek se pozivamo na njihovu referenciju sive. To je potpuno fizikalna orijentacija, i to neobično točna, naravno, ali pri tome ne smijemo zaboraviti da za sav sklad koji naša osjetila osjećaju treba tražiti jednako duboke korijene u čovjekovu postojanju, u njegovu odnosu s okolinom koja ga okružuje. Sve što on osjeća kao sklad oslanja se na njegovo iskustvo, na njegovu sliku i priliku, na sliku i priliku njegove okoline.

Na primjer, promatranje vegetacije i cvijeća u prirodi predstavljalo je oduvijek za čovjeka izvor zadovoljstva. Skladne boje cvijeća urezale su se u njegov perceptivni sustav i ostale zabilježene kao model, kao uzorak sklada i harmonije. Po tom i sličnim uzorcima on je poslije usklađivao boje na sve višim i višim razinama.



Slika 41.
Kružna paleta boja s upisanim trokutima koji označavaju moguće harmonične trijade boja, izvedena na osnovi primara (žuta/crvena/plava).

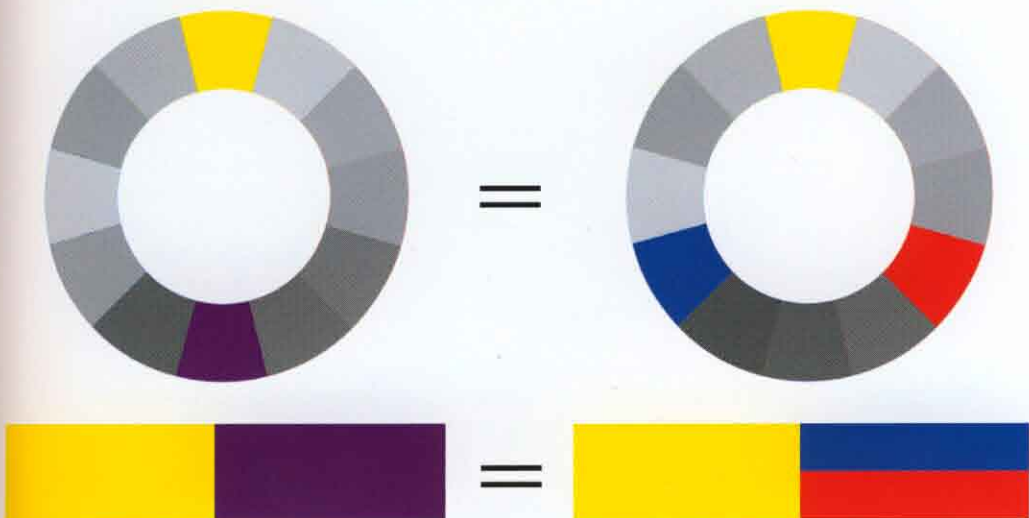


Trozvuci primara

Do sada smo se bavili harmoničnim odnosom komplementarnih boja, dakle s dvozvucima. Međutim, svaki komplementarni dvozvuk može se veoma lako pretvoriti u *trozvuk*, to jest u jednako harmoničan ugođaj, ali sada triju boja. Naime, svaka se boja, osim triju primarnih (crvena, žuta i plava), može rastaviti na svoje sastavnice.

Zamislimo dvozvuk žute i ljubičaste. Ljubičasta je mješavina crvene i plave. Prema tome, ako ljubičastu rastavimo na njezine sastavnice - plavu i crvenu, po svim ćemo zakonima međusobnim miješanjem tih triju boja dobiti opet srednje sivi ton.

Takav će trozvuk jednako harmonično djelovati na naša osjetila kao i osnovni komplementarni dvozvuk.



Evo popisa osnovnih harmoničnih trozvuka:

Ako iz harmoničnog dvozvuka žuta/ljubičasta izdvojimo ljubičastu i rastavimo ju na njezine sastavnice crvenu i plavu, dobili smo jednako harmoničan trozvuk žuta/crvena/plava.

Osim osnovnog trozvuka žuta/crvena/plava, mogući su još i sljedeći trozvuci:

- žuta / crvenoljubičasta / plavoljubičasta → 
- žuta / narančastocrvena / plavozelena → 
- žuta / narančasta / zelena → 
- žuta / žutonarančasta / žutozelena → 

Zakretanjem upisanih trokuta unutar kružne palete boja (**slika 41.**) moguće je sastaviti sve moguće trozvuke, a ima ih ravno trideset. No ne treba se uplašiti tolikog broja kombinacija. Nepreciznost kojom percipiramo i imenujemo boje, zatim nesigurna identifikacija lokalne boje u odnosu na okolinu, svodi sve te kombinacije na trijadu primara (žuta/crvena/plava), trijadu sekundara (narančasta/ljubičasta/zelena), i konačno trijadu tercijara (oker/crvenkastosmeđa/maslinastozelena), vidljivu na trokutastoj paleti boja (**slika 23.**, poglavlje *Primari*).

Treba imati na umu da boje imaju jak učinak na naša osjetila i na našu psihu. Žuta, a pogotovo crvena, boje su prednjega plana⁵². Crvena je najtoplija boja, boja puka, žena,

⁵² Vidi poglavlje *Stereoskopska iluzija boje*.

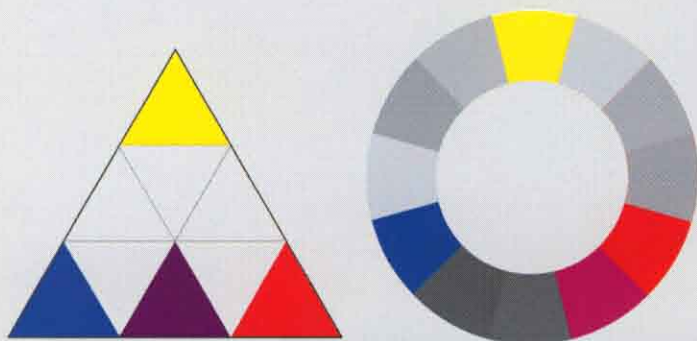
⁵³ Luckiesh, M., *Visual Illusions*

⁵⁴ Vidi poglavlje *Simultani učinak*.

djece i primitivnih naroda. Prva je dobila ime u svim jezicima, ona je pozitivna, nadražujuća i nasrtljiva. Crvena je karakteristična boja krvi i seksualnosti, boja upozorenja i signala opasnosti. Djeluje uzbuđujuće i stimulirajuće, pogotovo na vrlo aktivne ljude.

Žuta je najsvjetlija boja, sjajnija i zamjetljivija od bijele. Živahna, radosna i vesela, boja najveće vidljivosti⁵³, boja koja na našu psihu djeluje poticajno. Nekada se žuta boja smatrala simbolom izdaje, nevjere i kukavičluka. U engleskom jeziku još nalazimo ostatak toga, jer *yellow*, žut, znači i kukavica.

Plava ili modra (općenito se drži da je modra nešto tamnije od plave) boja je koja se prividno povlači u pozadinu. Leonardo je rekao da *ako nešto želiš učiniti pet puta daljim, učini to pet puta modrijim*. To je, dakle, boja daljine, boja perspektive, boja



Slika 42.

Već smo naglasili kako trozvuk primara (žuta/crvena/plava) može djelovati glasno, agresivno (pogotovo crvena) i nametljivo. Kojiput jeftino i prostački, a kojiput veselo i bezbrižno. Mnogi ih drže cirkuskim bojama, bojama koje teže neplemenitom šarenilu. Na našoj su slici primari zastupljeni u približno jednakim omjerima. Doduše,

to nisu posve čisti primari, jer crvena naginje ljubičastoj. Ovdje to nimalo ne umanjuje njihovo zvonko djelovanje. Istina je, primari mogu djelovati cirkuski šareno, ali to više ovisi o sadržaju nego o bojama.

Bilo bi nepravedno proglasiti ih manje vrijednim bojama. Dokaz tome je ovaj primjer. Snimio *Vedran Šamanović, ADU*



ivna, na-
upozore-
o aktivne

ela, boja
uta boja
alazimo

koja se
oet puta
ve, boja

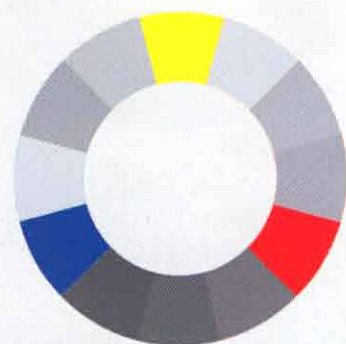
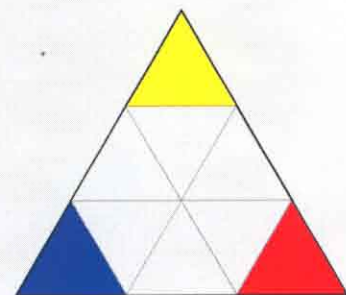
nari,
oičastoj.
nanjuje
ranje.
u
no, ali
u nego o

oglasiti
jama.
imjer.
ić, ADU

vedroga, dalekoga neba. Hladna i pasivna, pobuđuje na meditaciju i poniranje u prošlost. Sintagmom *plava krv* označava se aristokracija i plemenitost. S dodatkom zelene postaje plavozelena (cijan), i u fizikalnom je smislu savršeno komplementarna crvenoj.

Bijelo, koje je zbroj svjetala svih spektralnih boja, nije boja, nego praznina. Isto kao što je crno nedostatak ijedne boje, tama, mrak.

Sivo, koje također nije boja, idealna je podloga za sve boje, iako će uvijek poprimiti ponešto komplementarne boje od one koja je na nju nanescena⁵⁴.

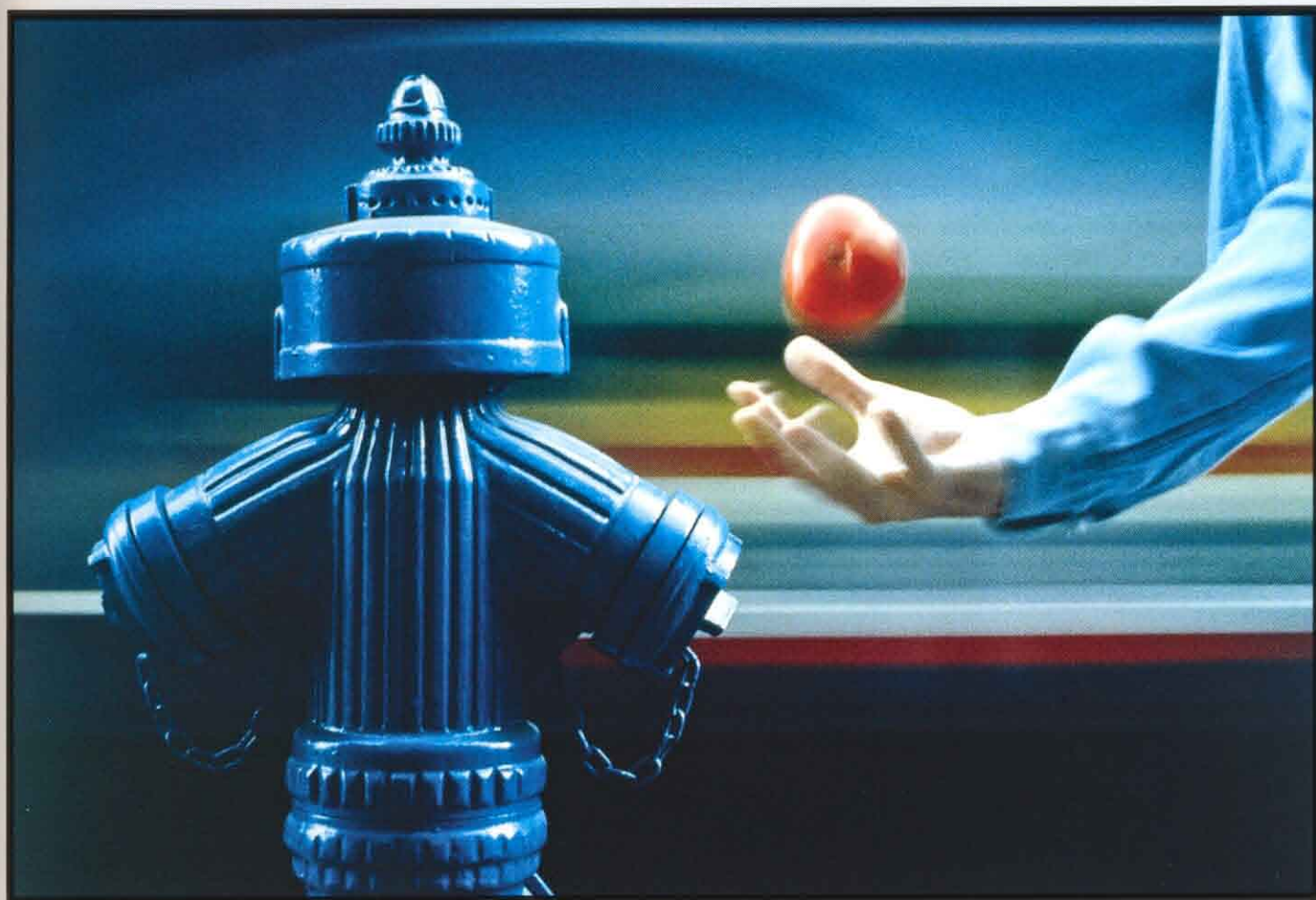


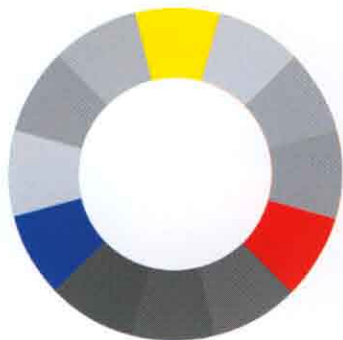
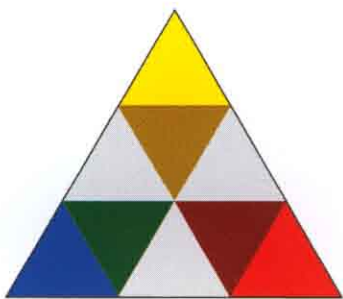
Slika 43.

Na ovoj se slici vidi kako primari mogu djelovati elegantno i profinjeno, ovisno o boji koja količinski prevladava na slici. Žuta ruka (zapravo oker) i crvena jabuka zastupljene su u vrlo malim količinama, dok sav preostali prostor zaprema blistava plava, koja, za razliku od agresivne crvene, djeluje

sedativno, smireno i introvertirano. Zbog relativno duge ekspozicije i razmazanog vozila koje brzo promiče kroz pozadinu ta neobično koncipirana slika, rafinirano komponirana, osvaja upravo svojom finoćom i krunski je dokaz kako primari mogu biti plemeniti.

Snimio Darije Petković, ADU





Slika 44.

Edgar Degas, slikar na kojega je vjerojatno najviše utjecala fotografija, na ovoj slici iz svoje impresionističke faze (živio je dugo, od 1834. do 1917.) demonstrira svoj poznati osjećaj za liniju i boju. Slika djeluje kao bilješka, stvorena u trenu, iako joj je po svojoj prilici ishodište bila fotografija (što se vidi po razmazanoj ruci glumice u crvenom, onako kao kad na fotografiji, zbog duge ekspozicije, dođe do karakterističnog pomaka).

Koloristički je podijeljena na dvije nejednake površine, od kojih je jedna (pozornica) koncipirana u primarima, a druga (gledalište) u tercijarima, s nekoliko slabih odblesaka primara.

Na tom je čarobnom pastelu karakteristična namjera umjetnika da i bojom odvoji ta dva plana slike.

Blještavo svjetlo pozornice, posve je u primarima, dok u zatamnjenom gledalištu nadvladavaju tercijari.

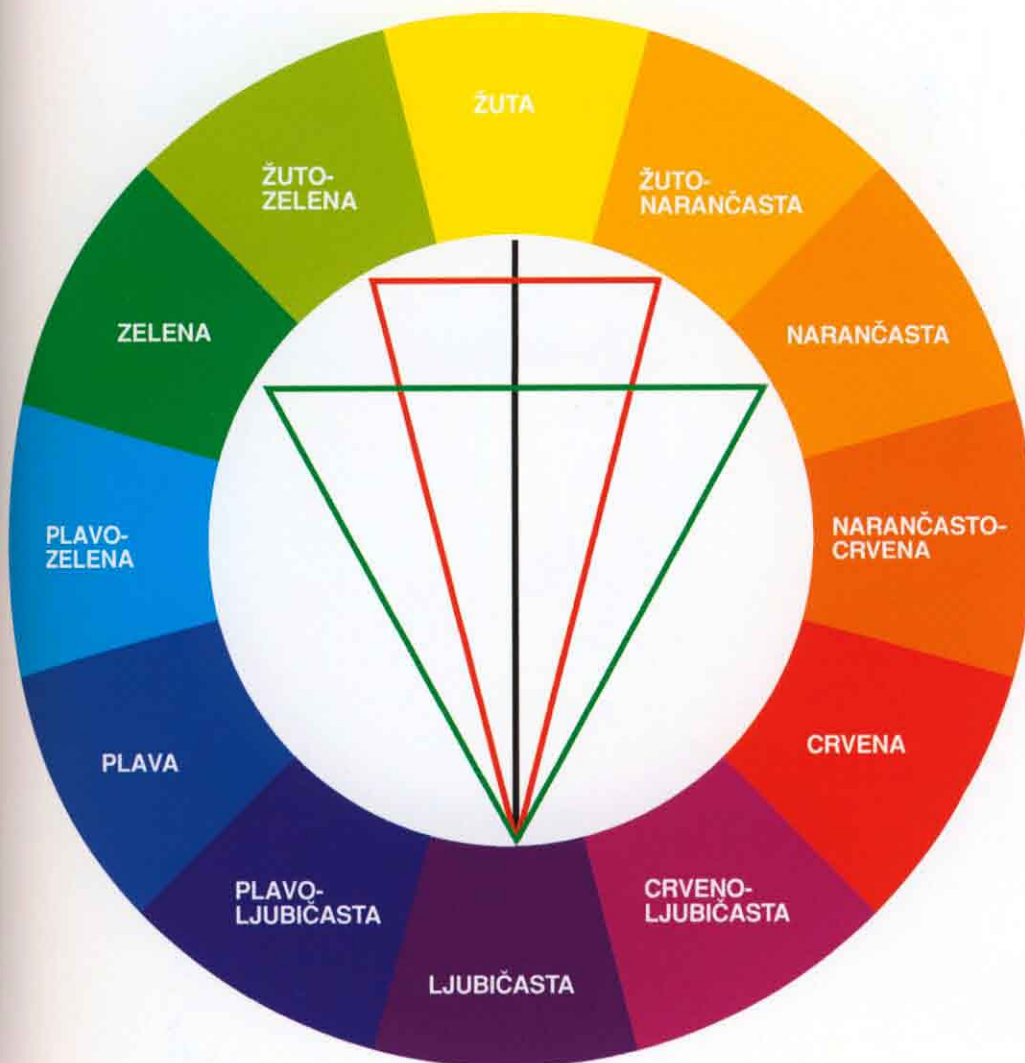


Trozvuci sekundara

Ako na kružnoj paleti boja skupinu upisanih trokuta okrenemo naglavce (kao na slici 45.), možemo po istom načelu konstruirati skupinu sekundara. Počinjemo također od komplementarnoga para žuta/ljubičasta, ali ovaj put ne rastavljajući ljubičastu na njezine sastavnice, nego žutu. Tako mogu nastati sljedeće harmonične trijade:

ljubičasta / žutozelena / žutonarančasta	→	
ljubičasta / zelena / narančasta	→	
ljubičasta / plavozelena / narančastocrvena	→	
ljubičasta / plava / crvena	→	
ljubičasta / plavoljubičasta / crvenoljubičasta	→	

U harmoničnom trozvuku sekundara (ljubičasta, zelena i narančasta) svaka je boja za sebe vrlo mirna i nenapadna. Dapače, zelena, boja vegetacije, simbol proljeća, svježija je i smatra se kako ima sedativno djelovanje. Sugerira odmor i ozdravljenje, a na vid djeluje odmarajuće. Kao mješavina sjajućeg žutog i udaljenog plavog djeluje kao boja srednjega plana. Ni bliza, ni daleka.



Slika 45.

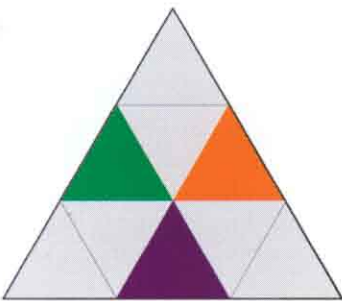
Kružna paleta boja s upisanim trokutima kojima su označene moguće harmonične trijade izvedene na bazi sekundara (ljubičasta/zelena/narančasta).



Ljubičasta, čudna mješavina crvene i plave. Čudna zato što ujedinjuje agresivnu toplinu crvene i introvertiranu hladnoću plave. Tamna je, tajnovita i rafinirana. Djeluje dostojanstveno i bogato, a kao vjerski simbol označava dobrotu. To je boja osjetljivih, umjetničkih duša, ali i seksualno devijantnih osoba.

Narančasta, mješavina žute i crvene, tamnija je od žute, ali zadržava njezinu izražajnost, a svjetlija od crvene, i puna njezine topline. To je boja poticaja i akcije. Visokog je intervala (kontrasta) prema ljubičastoj. Dobro se slaže s plavom i često s njom tvori komplementarni učinak. Svjetlonarančasta voli zamijeniti žutu u primarnom trozvuku, te je tako jedna od onih boja koje su sklone kolebanju između primara i sekundara.

Trijade čistih sekundara na slikama su relativno rijetke, pogotovo na portretima. Ljudska su lica obično u svijetloružičastom okeru, a kosa nikada (osim u rokera) nije zelena ili narančasta. Ljubičasti se odsjaj može dobiti tek u osoba koje imaju kosu, kako se to kaže, "crnu poput gavranova krila". Zato se trijade sekundara najčešće očituju u scenografiji i kostimografiji.



Slika 46.

Vrlo dobar primjer kombinacije sekundara, izvanredno vješto komponiran: pozadina podijeljena na kvadrat narančaste (točnije crvenonarančaste) i pravokutnik ljubičaste boje.

Glava djevojke u prednjem planu odrezana je gornjim rubom kadra, upravo toliko da se usmjeri više pozornosti na zelenu bluzu, treći sekundar u slici. Istodobno je ovo primjer kako

se sa sekundarima dobro slažu neki tercijari. U ovom slučaju blijedi oker lica i tamni, crvenkastosmeđi odsjaj kose ništa ne umanjuju vrijednost i čistoću sekundara. Snimio *Marko Ercegović, ADU*



u topli-

izražaj-
visokog
m tvori
zvuku,
dara.

retima.
(ra) nije
u, kako
tituju u

ro slažu

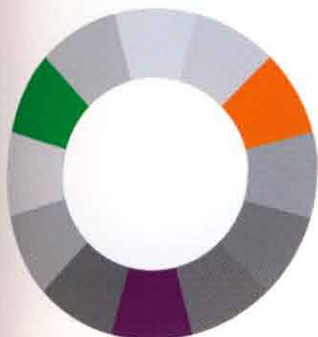
oker
smeđi
anjuju
undara.
ADU



Slika 47.

Paul Cézanne: *Planina Sainte-Victoire*: "Priroda je uvijek ista, ali ono što nam se ukazuje pred očima nikada ne traje dugo", rekao je jednom. To je valjda razlogom što ova slika djeluje kao da je nastala u trenutku, u žurbi, dok se ništa na motivu ne promijeni. Iako, s nešto malo

tamnosmedeg u najdonjem dijelu slike, sve je ostalo ispunjeno čistim sekundarima: jasnom zelenom i narančastom (točnije crvenonarančastom) i nešto manje čistom ljubičastom. Sve je na ovoj slici boja. Nigdje ni traga modeliranju svjetlom.



5. Harmonija boja

Slika 48.

Evo kako je u sekundarima Henri Matisse vidio svoju suprugu *Madame Matisse*. Zelena i njoj bliski cijan, s ljubičastim prijelazima u pozadini.

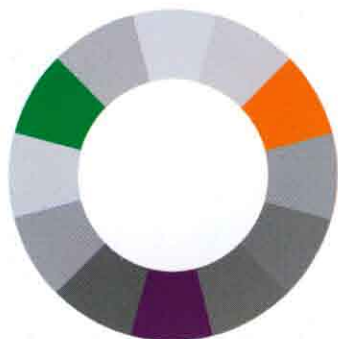
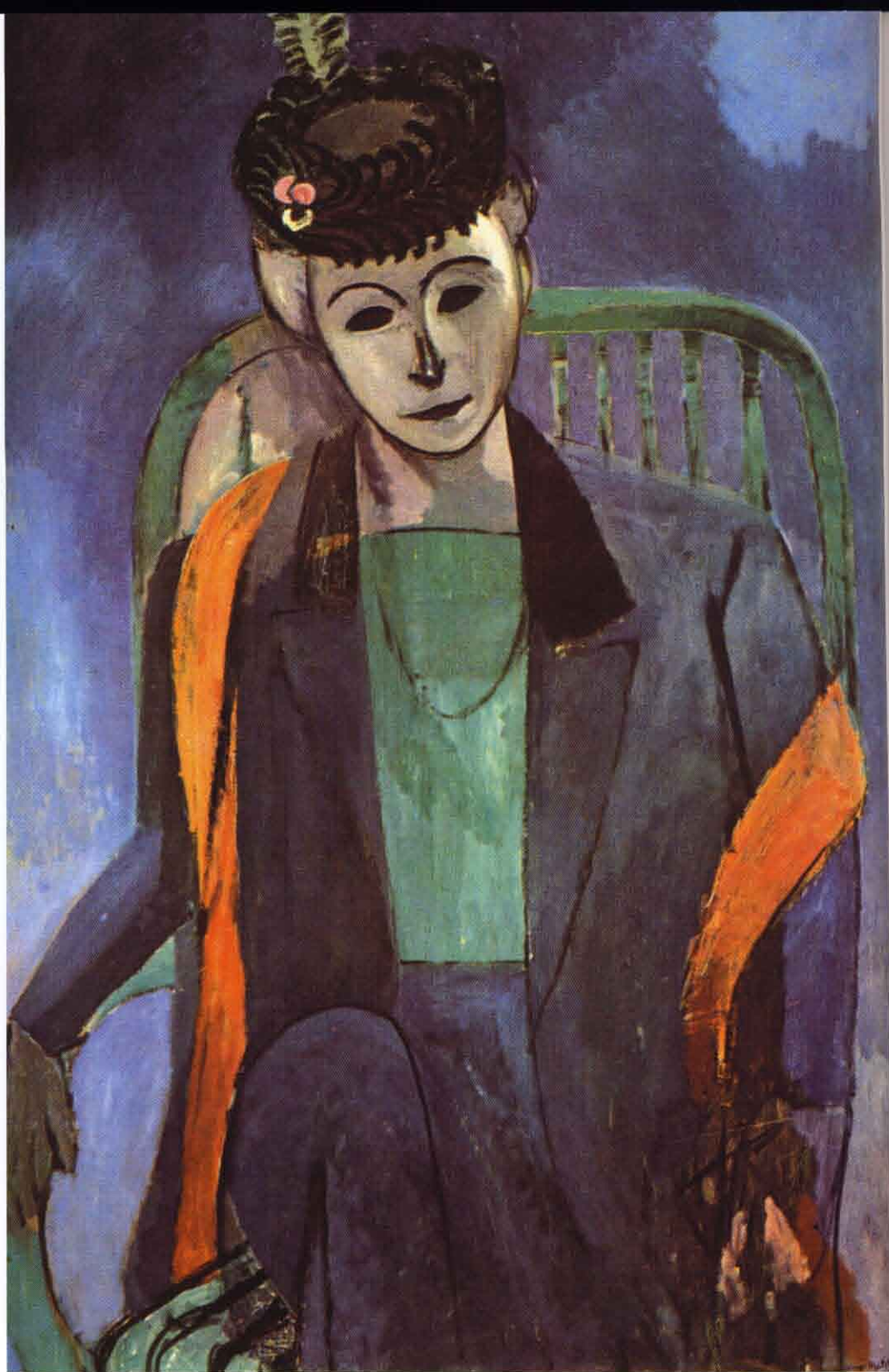
Kostimografija: cijan bluzna, blijedoljubičasti kostim i narančasta (zapravo crvenonarančasta) ešarpa.

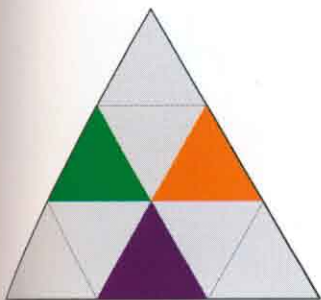
Za Matissea su karakteristične zatvorene obojene površine bez tonskih prijelaza, omeđene linijama.

Tako nastaju plohe koje će koloriranjem dobiti svoju pravu izražajnost.

Iako diskretno, modeliranje svjetlom nije mu strano.

Jednom je rekao kako ono što ga najviše zanima nije ni mrtva priroda ni pejzaž, nego ljudski lik.

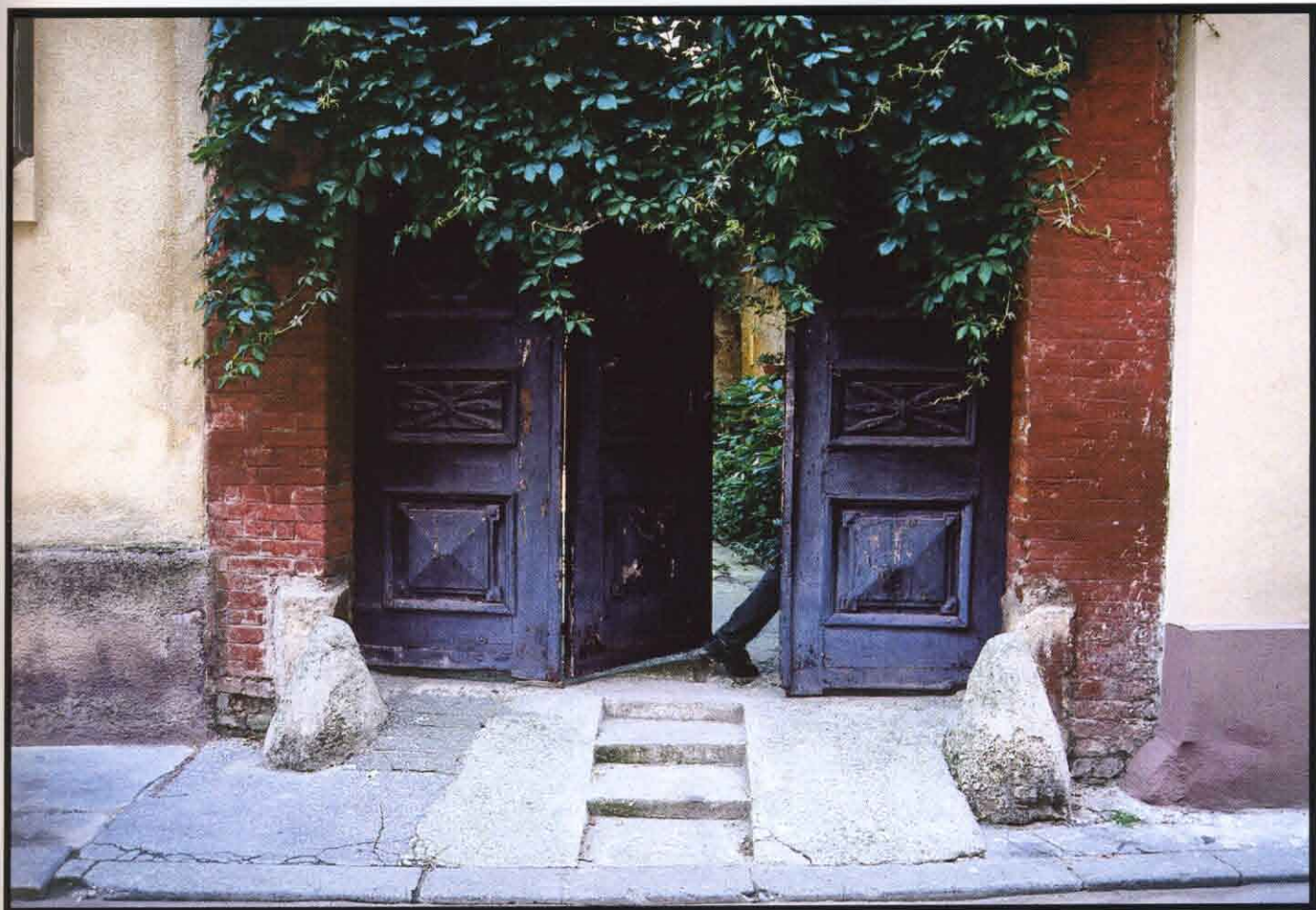




Slika 49.


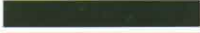

Zelena (tamna na lišću u gornjem dijelu slike, i svjetlija u prorezu otvorenih vrata), prigušena ljubičasta (na donjem dijelu vratnica) i narančasta (točnije crvenonarančasta, boja cigle) na obrubu kućnih vrata. Sve to u nježnim sekundarima. Čovjek na odlasku, mogao bi

slici, punoj neke osobite tuge. Noga koja će za tren nestati i vrata koja će se za njom zatvoriti, svrstavaju ovu sliku u kategoriju tzv. *story-telling* slika, slika koje pričaju priče. Čak i mali nagib kamere ulijevo, koji inače nije korektan, ne može ništa nauditi toj izuzetnoj slici. Snimio Davor Pongračić, ADU



Trozvuci tercijara

Boje trećega reda, ili tercijari, dobivaju se međusobnim miješanjem sekundara i nisu vidljivi na kružnoj paleti (na kojoj su prikazane samo čiste, spektralne boje), nego na trokutastoj paleti boja (slika 29. u poglavlju *Tercijari*). To su:

<i>oker</i> - mješavina narančaste i zelene	→	
<i>maslinastozelena</i> - mješavina zelene i ljubičaste	→	
<i>crvenkastosmeda</i> - mješavina ljubičaste i narančaste	→	

Kao što smo već nekoliko puta spomenuli, tercijari, koji nisu čiste spektralne boje, zauzimaju vrlo široka područja, gotovo kao neutralna siva koja može sezati od gotovo crne, preko mrke do prljavo bijele. Jednako je, na primjer, s crvenkastosmeđom koja može sezati od tamno smeđe, gotovo crne, pa sve do posve svijetloga okera. Zato je kod tercijara moć nijansiranja vrlo velika.

Slika 50.

Tercijari uvjetovani ugodajem: uzoran primjer kako tercijari djeluju mirno i tiho. Zid kuće prelijeva se od okera do crvenkastosmeđe, i uski rub maslinastozelene na dnu slike.

Vrata boje čokolade samo pojačavaju učinak tercijara. Stoljetni mir i tišina.

Snimio Vjeran Hrpka, ADU

Tercijari su općenito najmirnije boje, lišene agresivnosti primara i kričavosti sekundara, pogotovo kad su ovi potonji zastupljeni u čistoj i zasićenoj formi. Tercijari su nenametljivi, tihi, stabilni, smireni, sigurni i pouzdani u odabiru pri odijevanju i uređenju stanova. To su nemetalne, zemljane boje, boje jeseni i plemenitog drva. Ali i boje blata, krumpira i starih cipela. To su boje ljudskog lica, ružičasti oker tena i smeđe kose u svim nijansama.

U slikarstvu, fotografiji, te na filmu i televiziji, tercijari su među najzastupljenijim suzvučjima. Upravo njihov široki spektar nijansiranja, jednostavnost kombiniranja i dobro vezanje s nekim od primara ili sekundara u manjim količinama (crvene usne, na primjer, u portretima), ali i stanovita nesigurnost pri odabiru boja neukih autora, čine ih općim mjestom u likovnim umjetnostima.

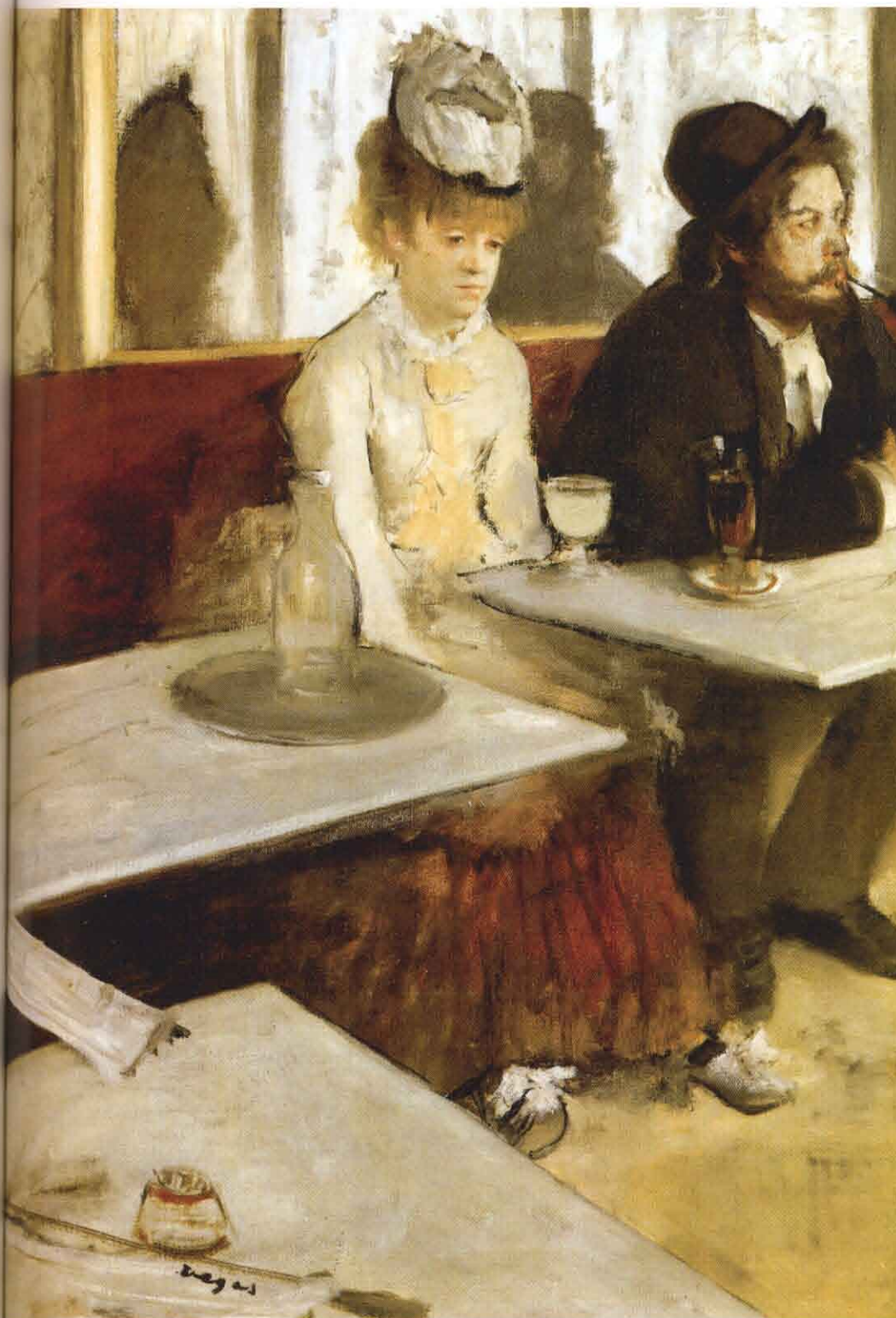


ara i nisu
, nego na

lne boje,
d gotovo
tom koja

kundara,
enamet-
enju sta-
je blata,
e kose u

ljenijim
niranja i
ne usne,
autora,



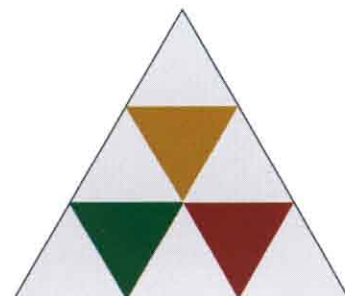
Slika 51.

Tercijari uvjetovani ugodajem: sumorno, dosadno poslijepodne u periferijskoj kavani. Neveseo par zaokupljen nekim tmurnim mislima: svatko gleda na svoju stranu. Jedna dosadna muha zuji oko čaše apsinta, a

pred muškarcem, zagledanim u desni rub slike, kao da nema budućnosti.

Edgar Degas, koji je onako žarkim primarima obojio teatarsku scenu (na **slici 44.** u poglavlju *Trozvuci primara*), ovdje je sve sveo

na tercijare, na mnogo okera i crvenkastosmede, te na nekoliko malih mrlja blijedomaslinaste. Bi li u nekom drugom kolorističkom suzvučju ova slika bolje djelovala? Ne bi, dakako.





Slika 52.

Tercijari uvjetovani kvalitetom svjetla (niskom temperaturom boje svjetla): koristimo li se otvorenim plamenom za osvjetljavanje prizora u filmu, sve će boje biti promijenjene.

Pri toplom svjetlu vatre boje iz plavozelenog dijela spektra bit će reproducirane u različitim nijansama okera i maslinastozelene.

Boje iz žutocrvenog

dijela spektra, u rasponu od svijetložute do tamne crvenkastosmede, djelovat će donekle zamućeno.

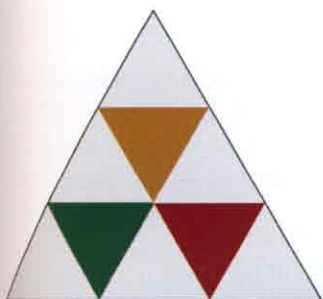
U ovom primjeru iz Bergmanova filma *Fanny i Alexander*, snimatelja Svena Nykvista, svjetlo baklje otopljava boju dječakova lica, ali i mijenja boju pozadine. No, najpoznatiji primjeri tercijara uvjetovanih svjetlom možda su ipak scene iz Kubrickova filma *Barry*

Lyndon, snimatelj kojega je bio John Alcott.

Svijeće, koje su jedina rasvjeta u mnogim scenama toga filma, nalaze se u samom kadru i osvjetljavaju ga "iznutra" vlastitim svjetlom. Za snimanje pri svjetlu posebnih voštanica Alcott je rabio Zeissov asferični objektiv velike svjetlosne moći (1:0,7 od 50 mm), posebno konstruiran za tu priliku.

Topli ugođaj tercijara može se na filmskoj slici postići bojenjem svjetala standardnih filmskih reflektora, kako pokazuje ovaj kadar iz filma *Ludwig* redatelja Luchina Viscontija i snimatelja Armanda Nannuzzija. Između rasvjetnih tijela i motiva postave se transparentne obojene folije, te se njihovim prosvjetljavanjem postiže željena boja svjetla.





Slika 53.

Tercijari uvjetovani sadržajem: portret u tercijarima.

Smeđe oči, ten u rasponu od tamne čokolade do sasvim svijetlog okera boje bijele kave, malo crvenila na usnama (više crvenkastosmedeg nego crvenog) i prljavo zelena na donjem dijelu slike.

Sve su to izraziti tercijari u svojem širokom rasponu.

Bi li se ovaj isti sadržaj mogao prikazati u nekom drugom suzvučju, u sekundarima, na primjer, ili primarima?

Pitanje je besmisleno, jer ni jedno drugo suzvučje ne bi uopće moglo ostvariti tako koloristički skladan portret. Snimio *Sergije Michieli, ADU*



Harmonični četverozvuci

Treba još spomenuti da se pri rastavljanju pojedinih komplementarnih boja na njihove blize sastavnice mogu konstruirati i harmonični četverozvuci boja (kao na slici 54.). Tako se na osnovi parova žuta/ljubičasta i narančastocrvena/plavozelena mogu konstruirati dva četverozvuka:

- žutozelena / žutonarančasta / crvenoljubičasta / plavoljubičasta

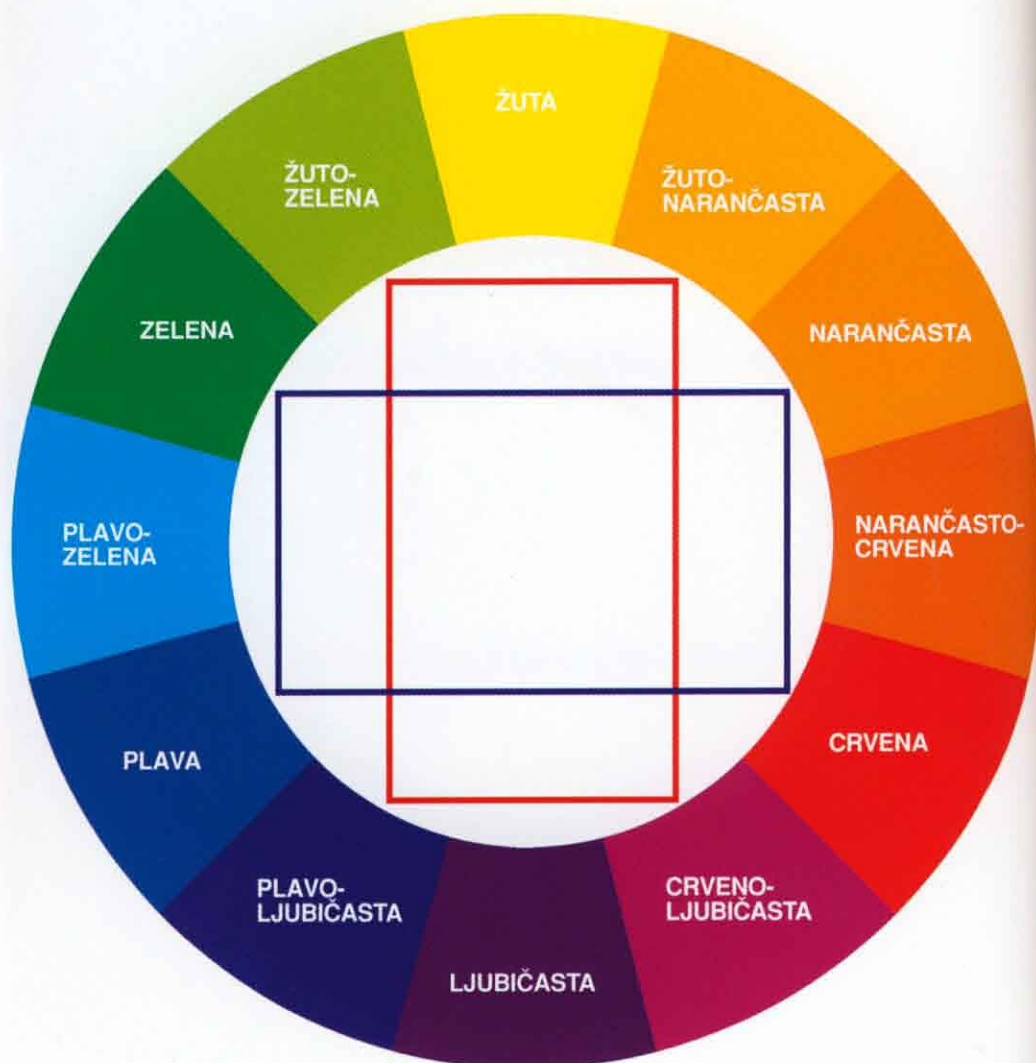
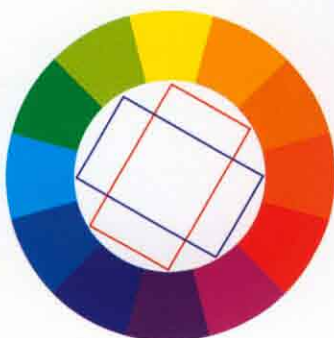
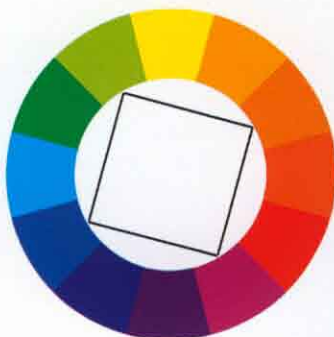
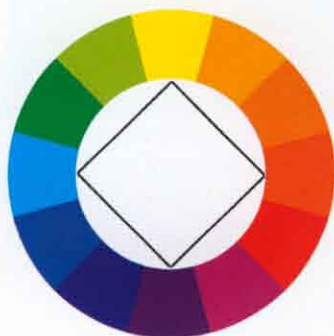


- zelena / plava / narančasta / crvena.



Prva od ovih dviju kombinacija, zbog bliske sličnosti žutozelene/žutonarančaste i plavoljubičaste/crvenoljubičaste, redovito se svodi na jednostavniju komplementarnu inačicu žute/ljubičaste. Druga je kombinacija, u kojoj boje nisu tako slične, potpuno uporabljiva.

Treba li spomenuti da se zakretanjem ovih dvaju četverokuta mogu po istom načelu konstruirati sve ostale mogućnosti?



Slika 54. Kružna paleta boja s upisanim četverozvucima.

Miješani trozvuci primara i sekundara

Na slici 41. vidljivo je kako osim osnovnog i čistog trozvuka primara (žuta/crvena/plava) mogu postojati još neke trijade koje su ili blize nekoj od osnovnih boja (žuta/žutozeleno/žutonarančasta), ili, ovisno o tome kako zakrećemo upisane trokute, također bliske boje drugom ishodišnom primaru (npr. ljubičasta/plavoljubičasta/crvenoljubičasta ili plava/plavozelena/plavoljubičasta).

Međutim, tako bliske boje, razvedene u vrlo finim nijansama, mogu djelovati gotovo monokromatski, a tek pomnija analiza pokazat će kako je riječ o trijadama bliskih boja.

Potpuno je drukčija situacija s miješanim trijadama, npr. s trijadom žuta/zelena/narančasta, što je kombinacija jednog primara (žuta) i dva sekundara (zelena i narančasta). To je tipična paleta *plein-aira* s mnogo vegetacije.



Sljedeća je kombinacija miješane trijade žuta/narančastocrvena/plavozelena. Ova pak može djelovati kao dvozvuk narančastocrvene i njezinog komplementa - plavozelene.



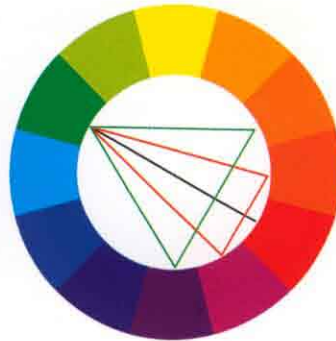
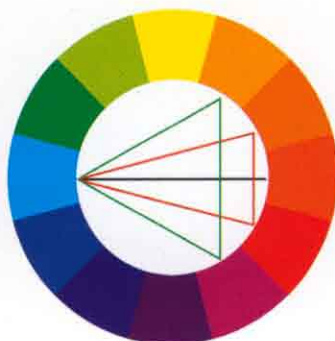
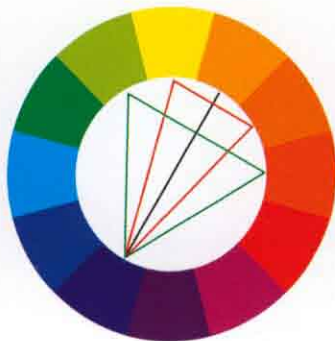
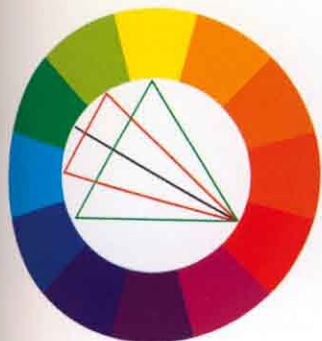
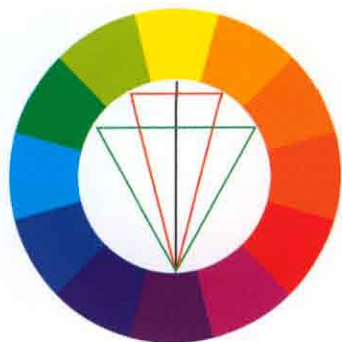
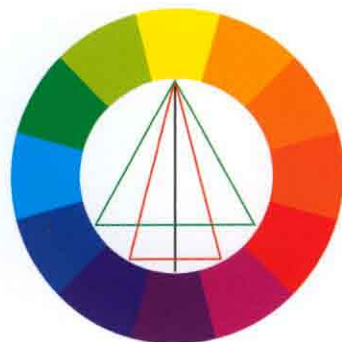
Isto ćemo naći i u trozvuku čistih sekundara (zelena/narančasta/ljubičasta - vidi sliku 45.)



Osnovni miješani trozvuk vrlo je rafinirana kombinacija ljubičasta/crvena/plava i ljubičasta/narančastocrvena/plavozelena. Osim toga, tu su i sve kombinacije bliskih boja, ovisno o tome kako su zakrenuti upisani trokuti.



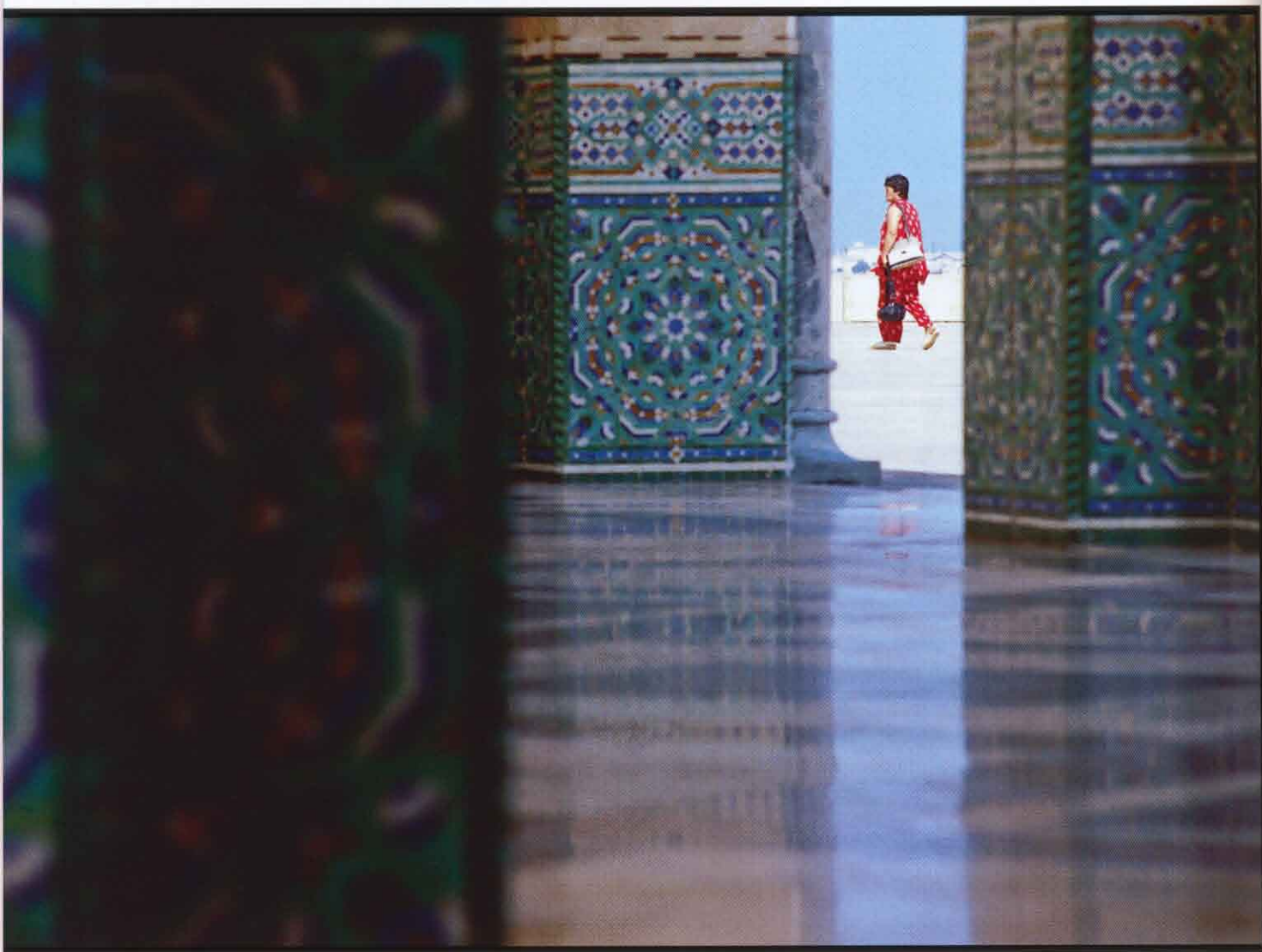
Iz svega toga proizlazi kako gotovo ne postoje nemoguće kombinacije trozvuka i četvorozvuka i kako je potreban samo red i ekonomičnost u nizanju boja, jer će inače doći do općeg šarenila (koje je u izvjesnim situacijama također moguće - vidi sliku 31.).



Ekspresivni učinak količine

Nasuprot harmoničnom učinku, kada su boje raspoređene u pravilnim omjerima⁵⁵, stoji ekspresivni učinak količine, kad su boje zastupljene u različitim količinama. Zato treba zapamtiti važno pravilo: *boja zastupljena u manjoj količini uvijek djeluje svjetlije, žarkije od boje koja je u većini.*

Nije svejedno na kojem je dijelu slike pojedina boja. Manja površina boje u odnosu na veću ponaša se uvijek po strogim kompozicijskim pravilima linearne kompozicije. Nije dobro ako je mrlja neke aktivne boje preblizu ruba slike, jer će privlačiti previše pozornosti, pa na taj način može poremetiti cijelu kompoziciju. Za takva mjesta najbolje je odabrati jake linije i jake točke kadra.



Slika 55.

Ova zanimljivo komponirana slika demonstrira ekspresivni učinak količine koji snažno privlači pozornost i duguje osobitu izražajnost upravo količinskom nerazmjeru kojim je zastupljena mala ploha crvene boje prema

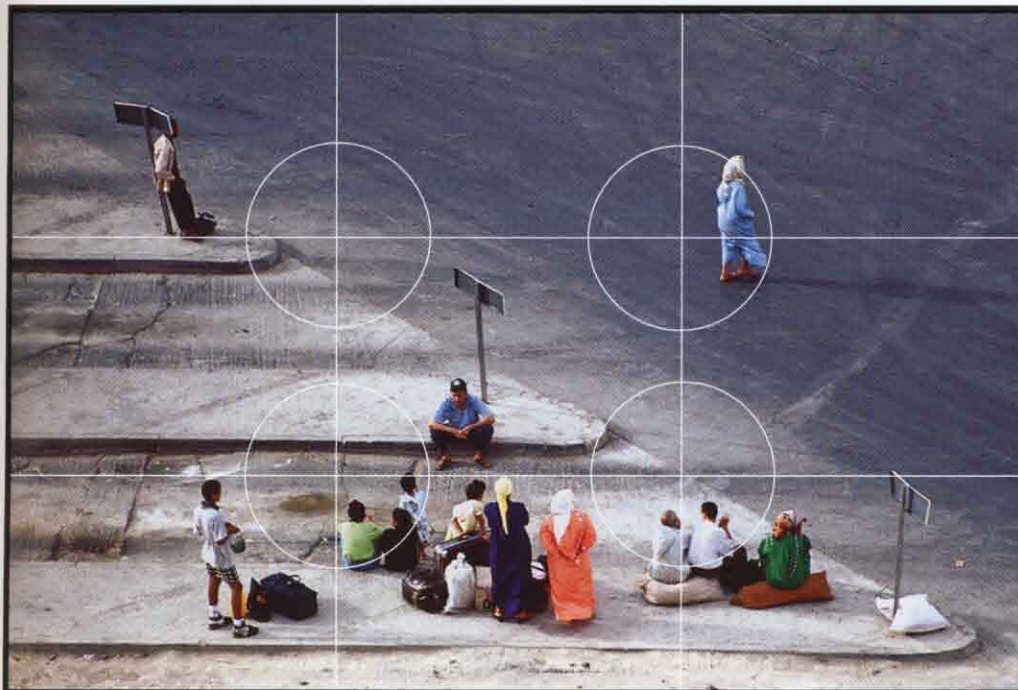
velikoj površini koju zauzima sivkastoplava boja. Slika je sastavljena od petnaestak vertikalnih pravokutnika, različitih veličina, omjera stranica i svjetloće. Samo u najsvjetlijem

pravokutniku nalazi se jasan crveni akcent, i to na najboljem mogućem mjestu kadra, na sjecištu linija koje dijele kadar na tri dijela u horizontalnom i vertikalnom smislu. Snimio *Vjeran Hrpka, ADU*

⁵⁵ Vidi poglavlje *Svjetloća čistih boja.*

55, stoji
djeluje

odnosu
pozicije.
previše
sta naj-



Slika 56. i 56.A.
Na ovoj slici, gotovo na istom mjestu, na mjestu jake točke kadra, ovaj put je smještena osoba u svijetloplavom. Zamjetno je kako i posve skromna, neaktivna boja može privlačiti pozornost ako je zastupljena u maloj količini i smještena na neko kompozicijski značajno mjesto.
Snimio Vjeran Hrpka, ADU

asan
em
linija
tjela
alnom

Stereoskopski učinak boje

Poredamo li na nekoj tamnoj podlozi mrlje osnovnih boja, većina će osoba sa zdravim vidom osjetiti da se neke boje s osobitom snagom probijaju u prednji plan, a neke se povlače duboko u pozadinu. U prednji će se plan najsnažnije probijati crvena boja, a nešto slabije sve njoj blize na kružnoj paleti boja, dok će se u pozadinu povlačiti najjače plava, a nešto slabije one njoj blize.

U načelu, boje dužih valnih dužina (crvena, narančasta, žuta) djeluju kao da su bliže, dok se daljima čine one kraćih valnih dužina (plava, ljubičasta, i plavozelena).

Poznati su mnogi pokusi koji dokazuju da crvena izgleda kao da je deset puta bliža od plave⁵⁶. Razlozi su za taj učinak dvojaki. Prvi je u sferi psihološkog, a drugi u sferi fizikalnog.

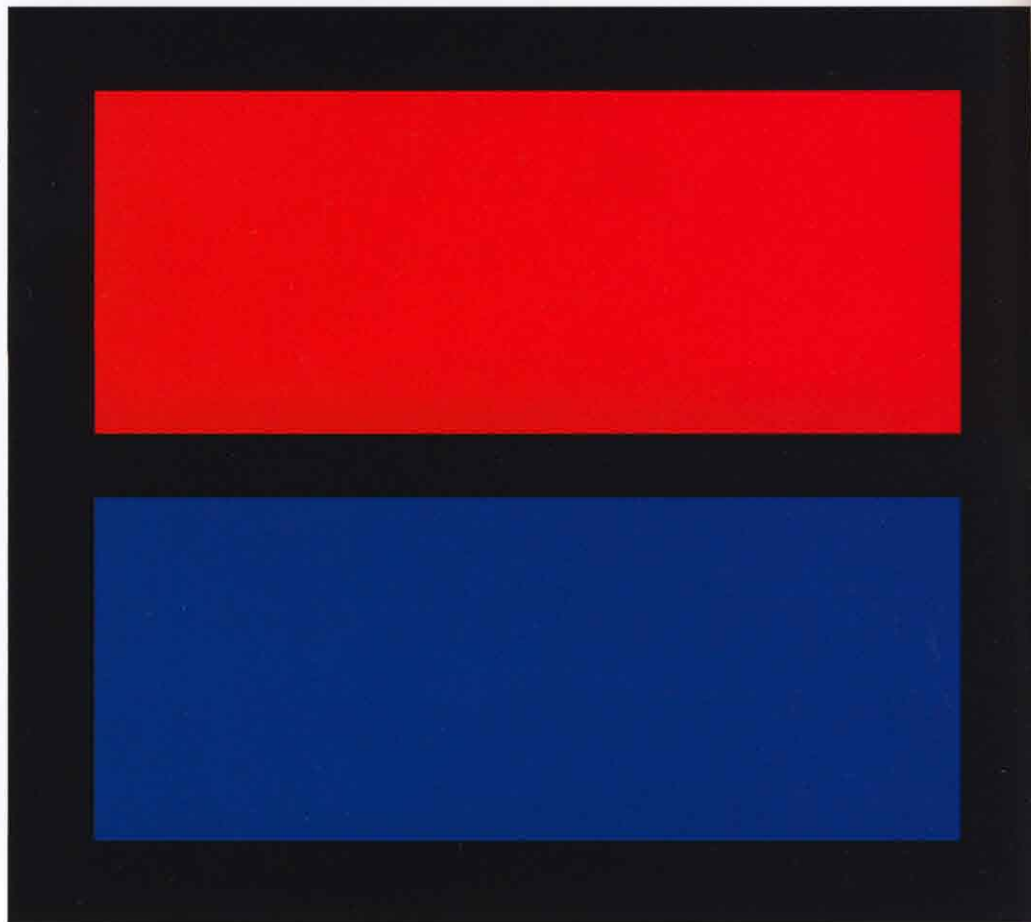
Naime, životno iskustvo nam je duboko usjeklo u podsvijest kako su daljine plave, nebo daleko i modro, i kako je duboka voda plava. Toplina žara vatre, naprotiv, bliska je. Pa i čitavo naše tijelo odražava duže valne dužine svjetla.

Slika 57.

Ako pažljivo promotri ova dva pravokutnika na crnom polju, svaka osoba sa zdravim vidom imat će dojam da se crveni pravokutnik nalazi *ispred* tamne ploče, a plavi kao da je u ovoj tamnoj ploči izrezana *rupa* kroz koju se vidi neko daleko plavetnilo. Osim toga, primijetit će kako se čini da je plavi pravokutnik *veći* od crvenog.

Razlog je tome što po zakonu perspektive ono što je dalje mora izgledati manje, a kako su oba pravokutnika zapravo jednake veličine, onaj plavi izgleda veći, jer nam se čini kako je sigurno veći kad je tako daleko.

Evo kako nas naša optika i naše vizualno iskustvo, kad se udruže, mogu prevariti!

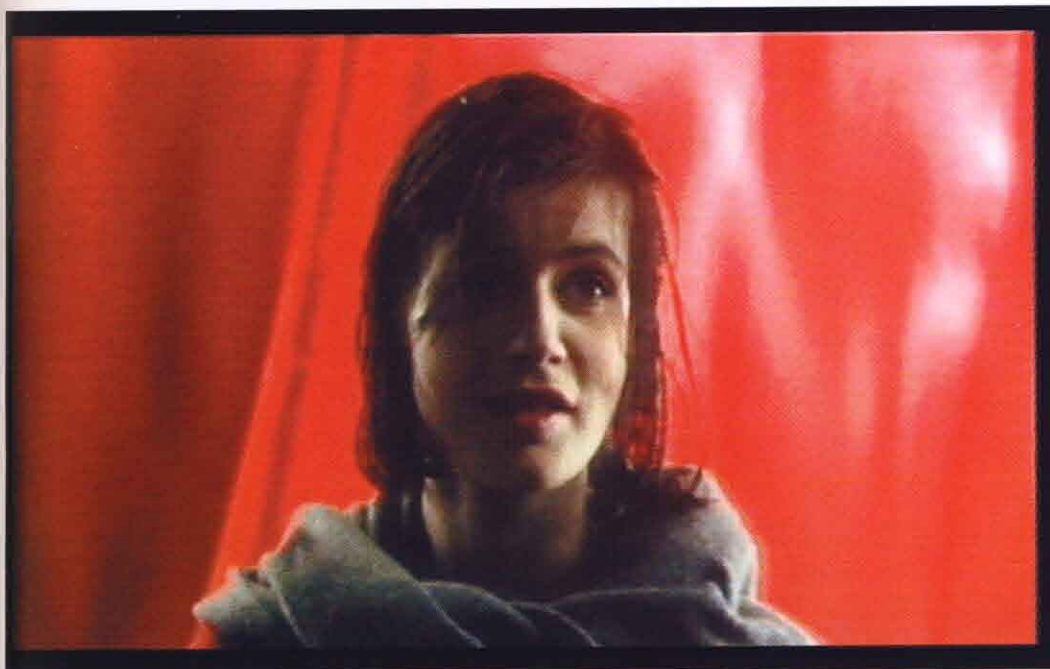


⁵⁶ Luckiesh, M., *Visual Illusions*

Fizikalni razlozi svode se na slabu kvalitetu optike našeg oka. Ono pati od prilično jake kromatske aberacije. Stoga se duže valne dužine (žuta, narančasta i crvena) lome iza ravnine oštrem slike, pa se oko automatski trudi izoštriti sliku na odgovarajuću bližu udaljenost. Obratno je kod kraćih valnih dužina (plava, ljubičasta): tada oko pokušava automatski izoštriti sliku na neku veću udaljenost.

Zbroj ovih psiholoških i fizikalnih čimbenika dovodi do stereoskopske iluzije boje. Slikari i dekoratori već su davno osjetili taj fenomen i shvatili njegovu vrijednost. Postoje mnoge slike koje svoju plastičnost zahvaljuju upravo pravilnom rasporedu boja po planovima, ali i mnoge koje zbog pogrešnog rasporeda djeluju plošno ili čak inverzno.

Već smo spomenuli kako je Leonardo rekao da *ako hoćeš nešto prikazati deset puta daljim, moraš ga obojiti deset puta modrije.*



Slika 58.

Kadar iz filma *Crveno* Krzysztofa Kieslowskog i snimatelja Piotra Sobocinskog. Smeđi prednji plan kao da se utapa u jarko crvenoj pozadini.

Slika 59.

Vrlo sličan plan, ali ovaj put na plavoj pozadini. Na obje se slike jasno vidi stereoskopski učinak boje: prva djeluje plošno, kao da su prednji plan i pozadina u neprirodno jednakoj ravnini. Na drugoj se slici, naprotiv, planovi prirodno redaju po dubini. Dok je protekli primjer (*crveni kadar*) koloristički autentičan, u ovom je primjeru boja manipulirana u svrhu demonstracije stereoskopskog djelovanja boje: boja pozadine (koja je u originalnom kadru smeđa i mjestimice crvenkasta) prevedena je u plavu.



**CRNO
NA
ŽUTOM**

**ZELENO
NA
BIJELOM**

**CRVENO
NA
BIJELOM**

**PLAVO
NA
BIJELOM**

**BIJELO
NA
PLAVOM**

**CRNO
NA
BIJELOM**

**ŽUTO
NA
CRNOM**

**BIJELO
NA
CRVENOM**

**BIJELO
NA
ZELENOM**

**BIJELO
NA
CRNOM**

**CRVENO
NA
ŽUTOM**

**ZELENO
NA
CRVENOM**

**CRVENO
NA
ZELENOM**

“Oštre” i “neoštre” boje

Boje i obojeno svjetlo jasno variraju po svojim mogućnostima definicije. Na prvi se pogled čini kao da je bijelo svjetlo ono koje najjasnije definira objekte. Međutim, naše se oči ne mogu istodobno izoštriti na sve valne dužine svjetla. A kako je bijelo svjetlo sastavljeno od svih vidljivih valnih dužina, oko se nešto teže fokusira na nj nego na samo jednu valnu dužinu.

Eksperimenti su dokazali kako žuta boja ima, za normalno oko, najveću snagu definicije, veću nego sve ostale boje jednake svjetloće. U to se lako možemo uvjeriti ako na objektiv refleksnog fotoaparata stavimo žuti filter: slika će izgledati oštrija. Iz istog su razloga topnički durbini često opremljeni žutim filtrom.

Slijedom niza eksperimenata sastavljena je tablica različitih kombinacija boja, s obzirom na oštrinu⁵⁷:

1. crno na žutom
2. zeleno na bijelom
3. crveno na bijelom
4. plavo na bijelom
5. bijelo na plavom
6. crno na bijelom
7. žuto na crnom
8. bijelo na crvenom
9. bijelo na zelenom
10. bijelo na crnom
11. crveno na žutom
12. zeleno na crvenom
13. crveno na zelenom.

Kao što se vidi, najčitljivija kombinacija jest crno na žutom, a poznato *crno na bijelom* nalazi se tek na šestom mjestu.

Ova tablica može veoma dobro poslužiti prilikom određivanja boje slova i podloge na nekoj “špici”, ili kad želimo istaći neke posebno minuciozne detalje kompozicije.

Inducirane boje

Pojam slaganja boja u fotografske svrhe može se na prvi pogled činiti ponešto pretjeranim: kako se mogu na fotografiji, koja je vjeran isječak prirode, slagati boje kad su one samom prirodom zadane. Lako je slikaru, reći ćete, on može doista slagati boje po miloj volji, ali kako to provesti na slici koju stvara objektivni objektiv prema objektivnoj slici svijeta?

Kad je o fotografiji riječ (i ne samo o fotografiji), postoji mehanizam koji omogućava slaganje boja i onda kad u prirodi nedostaju neke od čistih boja. Taj smo mehanizam nazvali *induciranjem boja*. Radi se o sljedećem: za harmoničan dvozvuk ili trozvuk dosta je samo jedna potpuno čista boja. Druga će se automatski, u opoziciji prema prvoj, dovoljno približiti komplementarnoj. Isto se događa s trozvucima i ostalim višezvucima.

Ako je jedna boja jasna i čista, druga već može biti manje čista, a treća će se lako prilagoditi svojoj konsonanci, usprkos znatnim odstupanjima od standardne sheme.

Na primjer: u jednom komplementarnom dvozvuku dovoljno je da plava bude potpuno čista i jasna. Njoj susjedna može biti bijela, oker, žutozeleno ili čak blijedozeleno - uvijek će se lako prilagoditi našoj vizualnoj površnosti te uspješno zamijeniti žutu.

Još je jednostavnije ako se radi o trozvuku. Uz čistu plavu i približno čistu crvenu, gotovo svaka čista i nezasićena boja - pod uvjetom da je dovoljno svijetla - zamijenit će žutu.

Vrlo je jednostavno provjeriti kako taj mehanizam djeluje na slikama reproduciranim u ovoj knjizi. Iako su odabrani primjeri koji najbolje odražavaju zadaću zbog koje su objavljeni, ipak će se na svakoj naći poneka boja koja ne odgovara baš savršeno određenom suzvučju. Ako tome dodamo moguće kolorističke pomake do kojih će svakako doći pri tiskanju, tada će doista trebati mnogo pomoći našeg vizualnog optimizma, nesigurnosti i kolebanja.

Odnos osvjetljenja i zasićenosti boje

Doživljaj zasićenosti boja određuju:

- (a) apsolutni intenzitet osvjetljenja i
- (b) stupanj do kojeg je osvjetljenje raspršeno.

Teorija o gledanju štapićima i čunjićima objašnjava prvi faktor.

Čunjići, o kojima je ovisan osjet boje, uopće ne rade ispod svjetlosne razine od oko 1/2 futkendla⁵⁸ (oko 5 luksa). Zbog toga su boje pri slabim svjetlosnim razinama nezasićene, pa čak i nezamjetljive.

Čunjići počinju reagirati tek iznad razine od 1/2 futkendla.

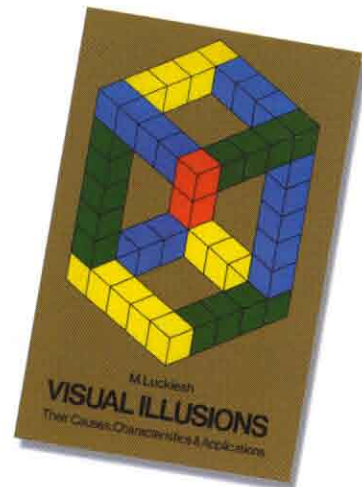
U početku pomalo, a kako svjetlosna razina raste, sve više. Na koncu, kod dovoljno visoke svjetlosne razine oni preuzimaju na sebe gotovo cijeli proces gledanja. Tada nam boje izgledaju najzasićenije. Pod blještavim tropskim suncem koje može doseći razinu od 12 do 15 tisuća futkendla zasićenost boja je veoma visoka, te one izgledaju osobito žive.

Taj je fenomen posljedica fiziološke strukture ljudskog oka i ima velik utjecaj upravo na kolor-fotografiju. Zasićenost boja koju percipira naše oko ovisna je o svjetlosnoj razini. Kolor-film je, međutim, na to potpuno neosjetljiv. Na filmu se zasićenost boja ne mijenja, bilo da se radi o blještavilu tropskoga sunca ili slabašnom svjetlu mjesečine. Zbog toga snimci načinjeni pri niskoj svjetlosnoj razini mogu pokazati iznenađujuće žive boje. Nije malo snimatelja koji su na tome izgradili cijele karijere.

Drugi faktor, odlučujući za stupanj zasićenosti neke boje, jest sama kvaliteta osvjetljenja. Ako je svjetlo koje pada na promatrani objekt difuzno, odbijeno od nekog obojenog predmeta, raspršit će se u svim pravcima, a posljedica će biti desaturacija boje samog objekta.

Jednako će tako i površina samog predmeta od kojeg se svjetlo odbija imati utjecaja na saturaciju boje. Od hrapave površine svjetlo će se reflektirati u svim smjerovima. Ako je k tome svjetlo difuzno, pa na površinu objekta pada iz više smjerova, može desaturirati boju. I obratno, od uglačane će se površine reflektirati strogo usmjereno, pa će i njegova boja djelovati zasićenije.

U opisanim primjerima (pri različitom raspršenju svjetla) fotografska se emulzija ponaša jednako kao i naše oko, pa je to jedna od rijetkih prilika u kojima priroda nije snimatelju namjestila zamku.



⁵⁷ Luckiesh, M.,
Visual Illusions

⁵⁸ Footcandle /fc/ (engl.),
lumen po kvadratnoj stopi
- anglosaksonska jedinica za
mjerjenje osvijetljenosti površine,
prilično rasprostranjena u
snimateljskoj praksi.
1 fc = 10.764 lx.

6. Kompozicija boje

Boje pod kontrolom

Postoje mnoge slike snimljene ili naslikane u samo jednom od tercijara (sepija), relativno ih je malo naslikanih u samo nekom od primara. Odnosno, ako je tako, one nas se doimaju kao monokromatske, što zapravo i jesu. Često ćemo naići na slike otisnute u samo jednoj od primarnih boja. To je najčešće u nekom reklamnom prospektu. Takva slika, promatrana izdvojeno, nema nikakve kolorističke vrijednosti. Ona svojom kolorističkom značenjem dobiva tek promatrana u odnosu na kolorističku kompoziciju cijele stranice, dakle suprotstavljena nekim drugim bojama.

Treba još napomenuti da time nisu iscrpljene sve mogućnosti harmoničnog slaganja boja. Postoje nebrojene nijanse boja, pa tako i nebrojene mogućnosti harmoničnih kombinacija, a one se uvijek mogu izvesti iz gore navedenih uzoraka.

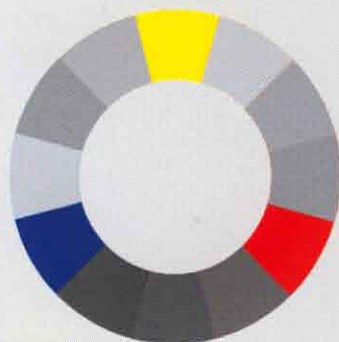
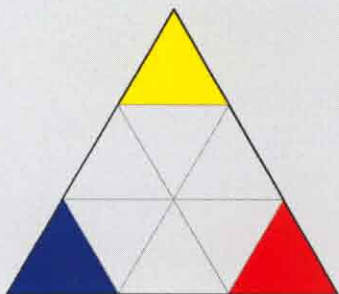
Kako to rade veliki majstori

Slika 60.

Veliki majstor boje, Renoir, odabirao je boje ovisno o sadržaju slike.

Na prvoj slici, *Ples na selu*, uporabio je pomalo zamučene primare.

Crveni šeširić djevojke, mnogo žute razasute po cijeloj slici i tamno plavoljubičasto odijelo muškarca navodi na pomisao kako je riječ o primarima, iako ne baš pretjerano čistim, ali ipak primarima.



sepija), ali tako, onda a slike oti-prospektu. Ona svoje mpoziciju g slaganja rmoničnih

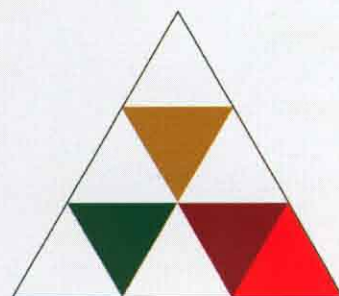
Osim kvalitete (svjetloća, zasićenost, kromatičnost), boje moraju ispuniti i ravnotežu u smislu kvantitete - površine koju zauzimaju na slici - te ne treba zaboraviti kako kvalitativni odnosi nisu važniji od kvantitativnih.

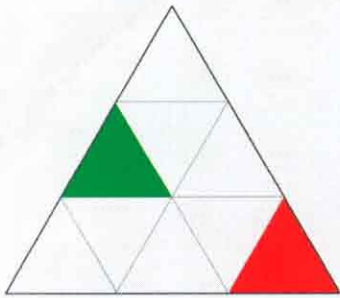
Sva ta pravila, međutim, ne treba shvatiti previše doslovno, i obvezujuće. Točno je da su skladne slike osnovane na nekom komplementarnom dvozvuku ili trozvuku primara, sekundara i tercijara. Ali ne treba zaboraviti kako se mnoga od tih suzvučja lako i skladno miješaju jedna s drugima. Pogotovo se tercijari u svijetloj ili vrlo tamnoj varijanti dobro miješaju s primarima i sekundarima. A i mješavine ovih potonjih nisu rijetke ni nemoguće. Važno je jedino držati boju pod kontrolom, biti svjestan boje i ne dopustiti da se boje "ubacuju" u sliku kako slučaj hoće, nego kako autor hoće.



Slika 61.

Druga slika, *Ples u gradu*, odiše elegancijom, parfemom i puderom. To je očito nagnalo umjetnika da boje svede na profinjene tercijare. Mogu se jasno identificirati oker, crvenkastosmeda i maslinastozelena, uz nešto ružičaste.



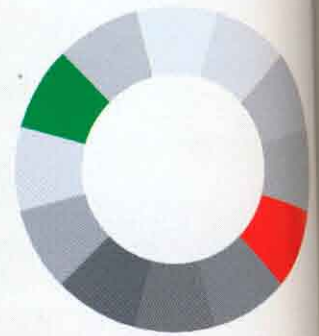


Slika 62.

Slika *U Moulin Rougeu*, Toulouse-Lautreca (izrez iz ove slike reproduciran je na **slici 39.**), izgleda kao trenutačna snimka, kao da ju je snimio onodobni Cartier-Bresson. Grupa okupljena oko stola,

s čašom crvena vina, dvije dame u pozadini i jedna u prednjem planu odrezana rubom kadra, osvjetljena odozdo. Sve obojeno zelenkastom plinskom rasvjetom koja dolazi odnekud sa stropa i

tako tvori sa scenografijom prigušene crvene boje komplementarno suzvučje zeleno/crveno. Osim te dvije boje treće gotovo i nema. Nalazimo nešto malo vrlo svijetložute, ali samo u tragovima.



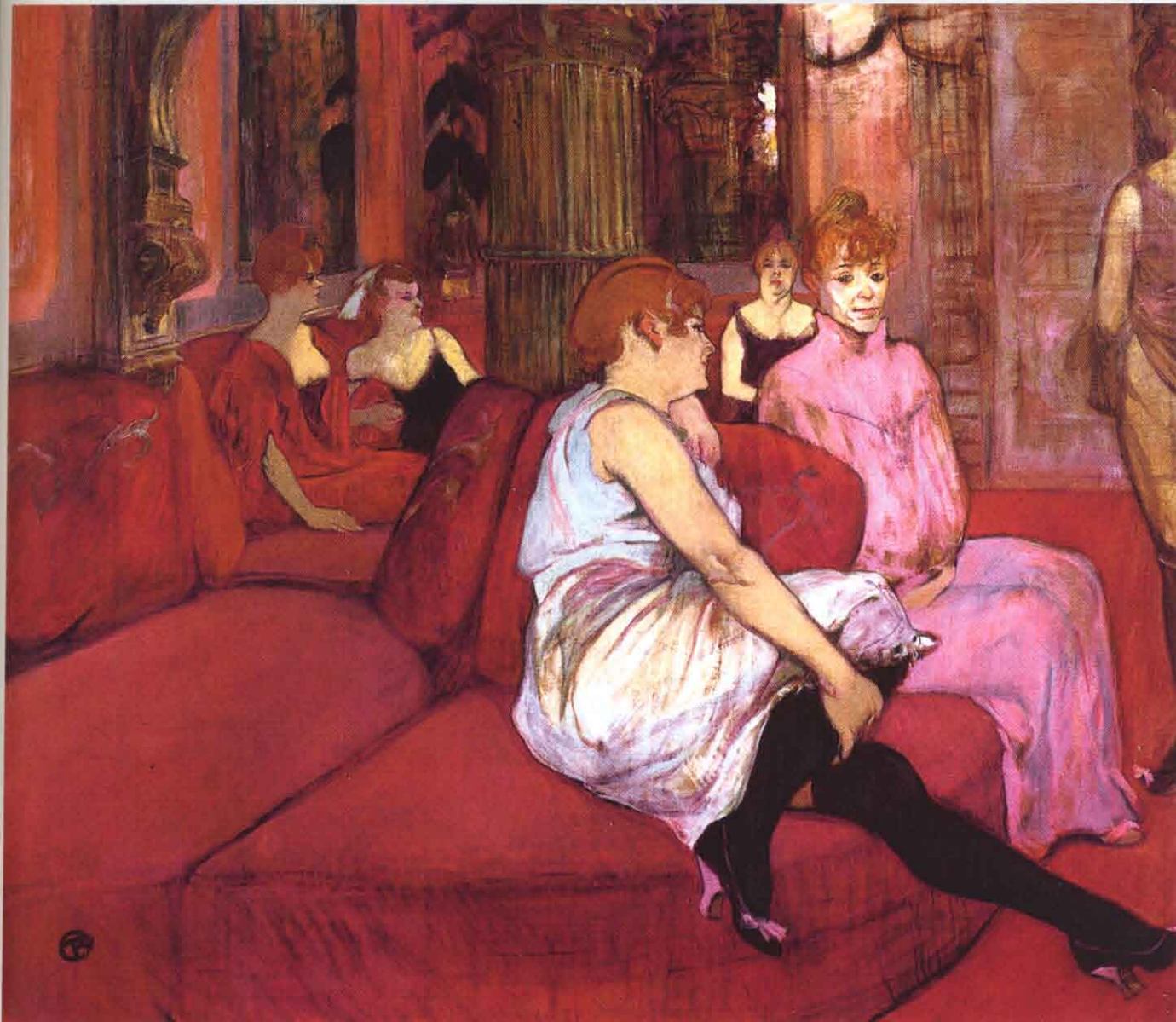
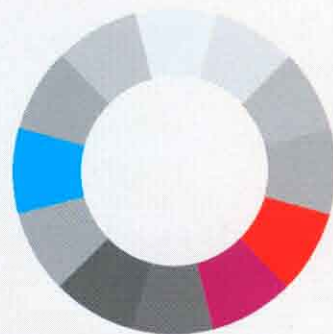
Slika 6
Jednog
Lautre
Spakin
naruči
odlazi
Među
koju s
do uli
kojoj
imena
Seoba
Činilo
liječe
povla
odlaz
Među
vrlo z
elega

Slika 63.

Jednoga je dana Toulouse-Lautrec nestao s Montmartrea. Spakirao je svoje stvari, naručio taksi i objavio da odlazi na duže putovanje. Međutim, odveo se samo koju stotinu metara dalje, do ulice Rue des Moulins, u kojoj se nalazio "salon" istoga imena. Seoba je bila neobična. Činilo se kao da odlazi na liječenje u neke kupke, ili se povlači iz svjetovnog života i odlazi u samostan. Međutim, Lautrec je bio vrlo zadovoljan u novom, elegantnijem okolišu, među

gospodicama koje su se zvale Popo, Zelena Pea, Bečanka Elza...

I ovdje prevladava crvena boja scenografije kojoj je suprotstavljen samo blijedi cijan na haljini dame u prednjem planu. I tu je, sasvim na desnom rubu, "narezana" jedna dama, očito u nekom intimnom poslu. Na obje se slike vidi kako se Toulouse-Lautrec ne razbacuje bojom. Bolje reći, škrtari s njom. I koliko god je za ono doba sadržaj razbludan, toliko je slika suzdržana i skromna u boji.



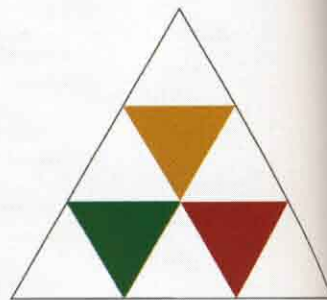
Kako to radi Sven Nykvist

Film je ekipni posao, te ni jedan član ekipe sâm za sebe ne može ništa napraviti. Čak ni redatelj ne može sve, iako o njemu gotovo sve ovisi, ali može mnogo ako ima svesrdnu podršku ostalih članova ekipe. U prvom redu snimatelja, scenografa i kostimografa. Zato ovaj naslov nije posve pravedan.

Morao bi zapravo glasiti *Kako to rade Bergman, Nykvist, Ana Asp i Marik Vos*.

No, kako je navodno Bog prvo sebi bradu stvorio, tako ćemo i mi Nykvistovu bradu staviti na prvo mjesto.

Tipično je za zrele Nykvistove radove vrlo škrto doziranje boje. Od tople palete tercijara u prvome dijelu filma *Fanny i Alexander* do gotovo čiste crvene monokromatičnosti u filmu *Krici i šaputanja*.



Slika 64.

U prvom dijelu filma *Fanny i Alexander*, na proslavi Božića, sve je u toplim tercijarima, u smeđoj, sivomaslinastoj i okeru. Svi kostimi, osim onih služinčadi i gospode, koji su crno-bijeli, prelijevaju se od prigušene crvene, gotovo crvenosmeđe, preko smeđe do svijetloga okera.



viti. Čak ni
a svesrdnu
imografa.

Vos.
ovu bradu

e tercijsara
natičnosti



Slike 65. i 66.

Ni jedan detalj u scenografiji, ni jedan kostim nije nekog hladnog tona, plavog ili zelenog.

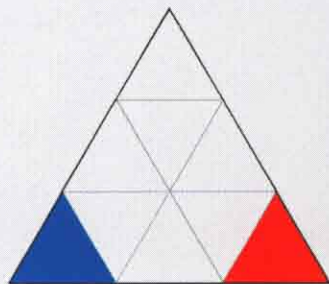
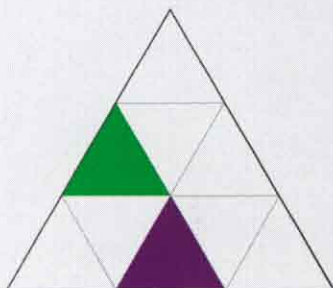
Scenografija je pretrpana mnogim detaljima, jelom i pilom, svijećama i teškim draperijama, sve puno pretrpanih želudaca i gospođa zagrijanih alkoholom, sve je jedan topao Božić, kakvi postoje samo u djetinjstvu.

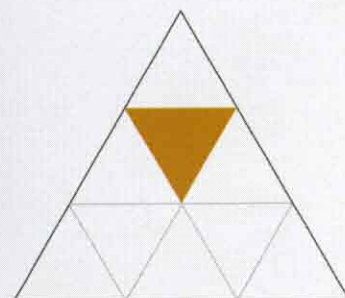
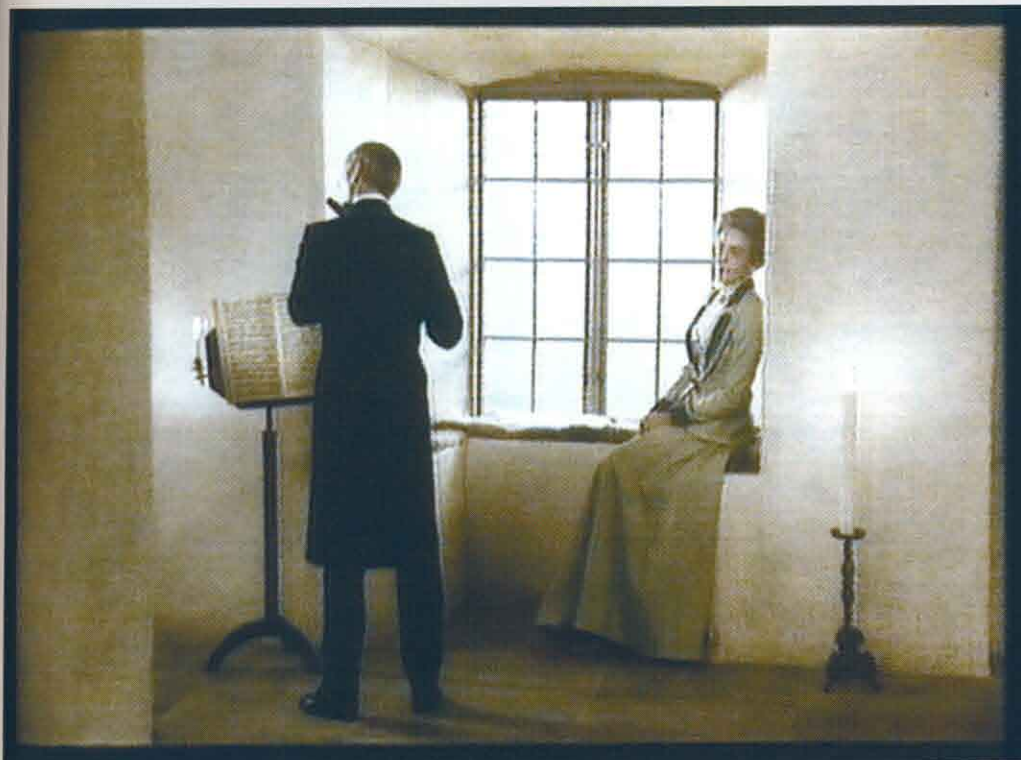


Slike 67. i 68.

Boja se počinje mijenjati. U istom prostoru, u istoj scenografiji, najednom boje postaju hladne. Malo blijedoružičaste, dosta bolesnozelenkaste i svijetle hladnoplave.

Jedva vidljivo suzvučje dvaju sekundara na prvoj slici i dvaju primara na drugoj. Na prvoj slici to znači najavu očeve smrti, a na drugoj dolazak biskupa u kuću i najavu odlaska.





Slike 69. i 70.

U drugom dijelu filma, u kući lijepoga biskupa, sve je u oštroj suprotnosti s prvim dijelom, sve je potpuno drukčije.

Zidovi su svijetlosivi i prazni, bez bilo kakvih ukrasa, a kostimi crno-bijeli.

Ništa, ali baš ništa ne izlazi izvan te kolorističke sheme. Svemu je dodano tek ponešto vrlo nježnog okera, tek toliko da slika ne bi bila lišena bilo kakve boje.

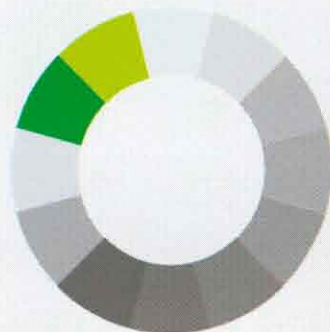
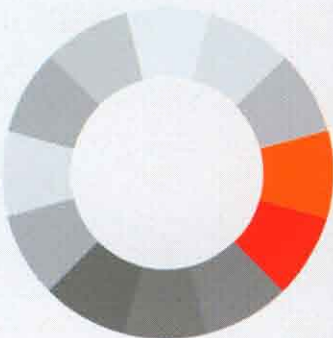
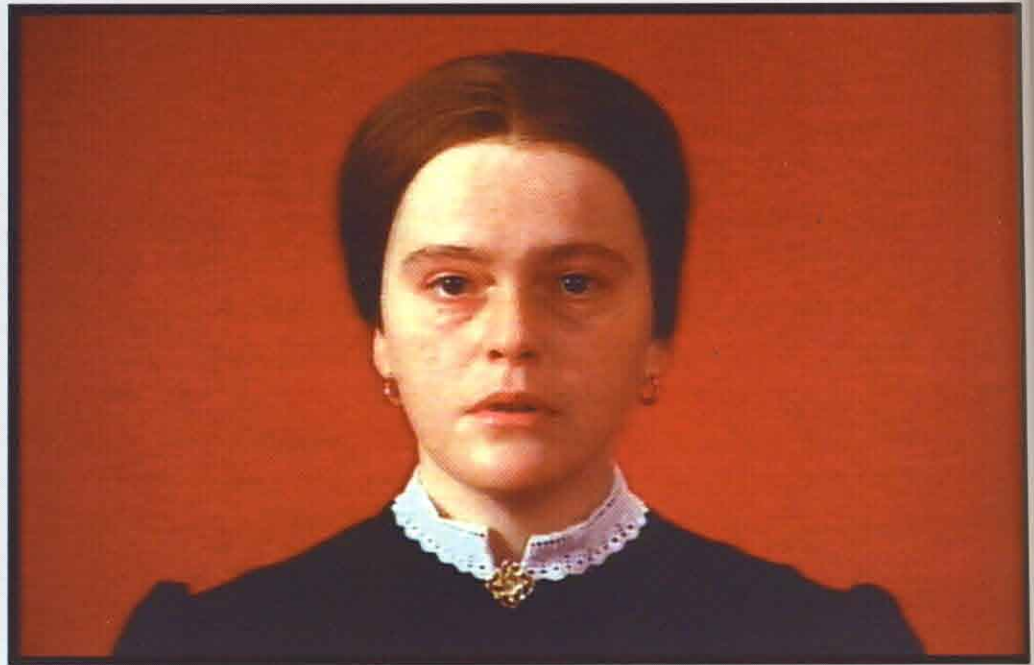
Dakako, takav koloristički obrat ima značajnu dramaturšku funkciju: nema više topline rodnoga doma, počelo je odrastanje. Strogoća i hladnoća.



Slike 71. i 72.

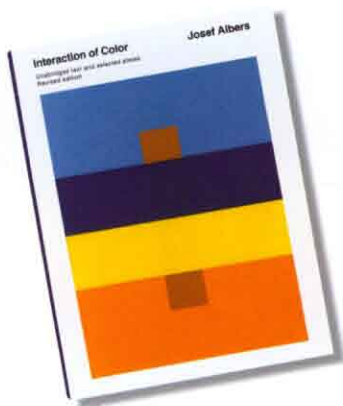
Još je veća disciplina, još izrazitija koloristička strogoća primijenjena u filmu *Krici i šaputanja*, istih autora. Ovdje je pak sve krvavo crveno, bolesno krvavo crveno, crno i bijelo. Ovo potonje odnosi se samo na kostimografiju koja je u prvom dijelu filma sasvim bijela, a u drugom potpuno crna.

Jedini izlet u neku drugu boju nalazi se u nekoliko eksterijernih kadrova (vidi **sliku 32.**), ali i tada s najvećom kolorističkom disciplinom. Sve je u nijansama zelene, od žutozelene do mračnozeleno - samo je kostim bijel.



7. Reprodukcija boje





⁵⁹Josef Albers još je jedan teoretičar boje njemačkog podrijetla (1888.-1976.); nakon dolaska nacista na vlast emigrirao je u Ameriku.

Reprodukcija boje

U svojoj knjizi *Interaction of Color* Josef Albers⁵⁹ govori sljedeće: *Kad netko kaže "crveno" i pedeset ga ljudi sluša, vjerojatno je da će se pedeset crvenih boja pojaviti u njihovim glavama. I možemo biti sigurni da će sve te crvene boje biti veoma različite...*
Zašto je to tako?

Albersova razmišljanja ne otkrivaju nam ništa nova, ali zbog svoje jasnoće zaslužuju da ih ovdje citiramo. Iako je u ovim rečenicama vidljiv tračak razočaranja nad tako jadnim stanjem naše vizualne memorije, zapravo možemo biti zadovoljni što je to tako. Jer da je drukčije, slikarstvo i fotografija u boji bili bi u mnogo slabijem položaju. Treba znati da većina ljudi od boje na slici, fotografiji ili filmu očekuje upravo što vjerniju reprodukciju, po njihovoj subjektivnoj procjeni. Kad ju ne nalaze, smatraju se prevarenima. A prevareni su gotovo uvijek, samo to ne primjećuju, jer vjerna reprodukcija boje, možemo to slobodno ustvrditi, ne postoji.

Slikarstvo je tu u najboljem položaju. Prosječan je čovjek već navikao da od slikarstva ne zahtijeva realizam pod svaku cijenu, pa i sam fenomen slike, koja nije djelo neke tehničke naprave, nego plod nečijeg uma i ruke, lišene živog pokreta, dopušta veće izlete izvan realnoga.

Fotografija u boji već je u nešto slabijem položaju. Gledajući svoje prve fotografije u boji, svakog početnika zanima jedino je li haljina na njegovoj djevojci upravo onako crvena, a trava onako zelena kao što je bila u trenutku snimanja. Budući da se prosječno fotografiranje svodi najčešće na bilježenje uspomena, vjernost reprodukcije ovdje igra najveću ulogu.

Film je s jedne strane u slabijem, a s druge u boljem položaju. Već zbog svoje naravi, filmska slika teži visokoj vjernosti reprodukcije. No, s druge strane, filmska se predstava odigrava u potpunom mraku, tako da nigdje izvan pravokutne plohe filmske slike gledatelj nema nikakve uporišne točke po kojoj bi mogao praviti usporedbe s realnošću. Jedino uporište predstavlja njegovo nejasno sjećanje. Osim toga, kako se veći dio radnje u filmu zbiva u prostorima gledatelju nepoznatim, on nije u stanju sa sigurnošću ocjenjivati istinitost i vjernost pojedinih boja.

Televizijska slika u boji trebala bi, prema iznesenom, biti u najslabijem položaju. Nju gledamo u relativno normalno osvijetljenim prostorijama i gledatelj može neprestano uspoređivati boje na ekranu s bojama okoline. Sjećanje i iskustvo, slaba vizualna memorija i sve ostalo što bi trebalo komplicirati doživljaj televizijske slike u boji, sve teorije po kojima gledatelj u svakom trenutku može usporediti boju kože svoje šake s bojom lica na ekranu, padaju u vodu pred čudnim fenomenom: većina prosječnih gledatelja gleda televiziju s prezasićenim bojama. Lica crvena poput paradajza, nebo električki plavo, a zelenilo vegetacije bliješti poput neonske reklame. Vjerojatno zato što su, skupo plativši televizor u boji, odlučili da boje bude što više!

Možemo ponovno ustvrditi da vjerno reproducirana boja ne postoji. Samo se lako dademo obmanuti.

Postoje mnoge fotografske emulzije za koje ćemo bez mnogo razmišljanja ustvrditi da veoma vjerno reproduciraju boju. No, ako nam ikad u ruke dopadne usporedni test različitih fotografskih emulzija, na kojima je pod istim uvjetima snimljen isti objekt, vidjet ćemo kako su naši zaključci površni, ako ne i potpuno pogrešni. Vidjet ćemo kako isti objekt, snimljen na različitim materijalima, svaki put ima veoma različite boje, iako svaki od njih, promatran izdvojeno, izgleda kao "vjerna reprodukcija".

Iz svega što je rečeno možemo zaključiti samo jedno: boriti se za "vjernu reprodukciju boje" jalov je i nepotreban napor. Kao "vjerno" mi smo u svojoj naivnosti spremni prihvatiti sve ono što ozbiljno ne remeti naše iskustvo, ni našu memoriju, koja je, barem što se tiče boje, jako siromašna.

Reprodukcija boje ovisna je o raznim čimbenicima, koji se mogu ovako sistematizirati:

Zasićenost ili živost boja izgledat će *visoka* ako se snima:

- 1) pod direktnim svjetlom
- 2) pod kontrastnim svjetlom
- 3) pod uvjetima izvjesne podekspozicije
- 4) ako se pozitiv izrađuje na visokokontrastnom materijalu.

Zasićenost će biti *niska* ako se snima:

- 1) pod difuznim svjetlom
- 2) pod svjetlom niska kontrasta
- 3) pod uvjetima izvjesne nadekspozicije
- 4) s mekocrtačem ili *fog* filtrima
- 5) ako se pozitiv izrađuje na materijalu niska kontrasta.

Osim ispravne korekcije temperature boje to su činitelji koje snimatelj mora držati pod strogom kontrolom. Njima još treba dodati čimbenik dojma opće oštine slike i dominantne boje.

Dojam oštine slike ovisan je o žarišnoj dužini objektiva kojim se snima, tj. o dubinskoj oštini. Što je dubinska oština veća, u sliku će biti uključeno više sitnih i oštro ocrtanih detalja koji onda pridonose općem dojmu oštine slike. I obratno: što je dubinska oština manja (kao kod teleobjektiva), to će veći dio slike biti manje ili više izvan fokusa, u slici će biti manje oštih detalja, pa će i dojam opće oštine biti manji. Takva će slika djelovati manje naturalistički, a zbog neoštih prednjih ili stražnjih planova koji će se razlijevati u mrljama svjetla i boje dobit će onu dozu nedovršenosti i nedorečenosti koja je tako često potrebna gledateljevoj mašti.

Dakako da sadržaj u prvom redu nalaže stupanj saturacije ili desaturacije. Jedan poetski sadržaj sam će od sebe nametnuti nižu zasićenost boje i opću mekoću slike, dok jednom surovo realističkom sadržaju ne bi imalo smisla nametati desaturiranu sliku.

Da bi snimatelj sve ove čimbenike mogao držati pod kontrolom, mora držati i laboratorij pod kontrolom. Pretpostavimo da se snimatelj odlučio za desaturiranu sliku i u toj je namjeri u izvjesnoj mjeri nadeksponirao negativ. Razvijeni negativ je nešto gušći i laboratorij, u želji da napravi što bolju kopiju, nadeksponira i pozitiv. Rezultat je, dakako, suprotan snimateljevoj namjeri.

Ako snimatelj želi hladniju sliku, pa materijal filtrira nešto hladnije, laboratorij će i to nastojati izjednačiti. Jasno je stoga da snimatelj može i mora komunicirati s laboratorijem. Međutim, najčešći je slučaj da je snimatelj za vrijeme snimanja predaleko od laboratorija i nespornosti su mogući.

Na koncu konca, snimatelj je dužan zaštititi sebe u odnosu na laboratorij, a i laboratorij u odnosu na sebe. Jedini način da se osigura jest - *test*.



Testiranje filma

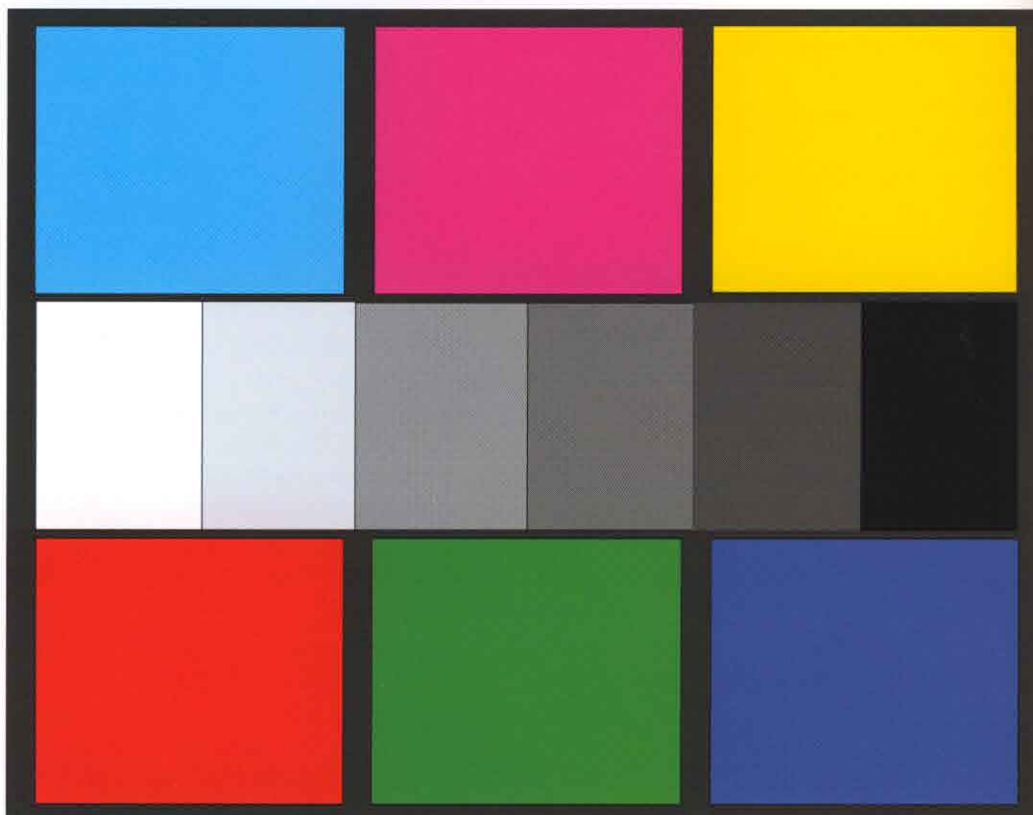
Ima različitih testova i različitih načina snimanja testova, ali najpogodniji je sljedeći:

Na papiru se napravi najobičniji sivi klin, dovoljno velik da se može bez teškoća snimiti tako da zauzima veću površinu kadra. Postoje takvi tvornički klinovi, no svaki ga snimatelj može napraviti na fotopapiru. Nije bitno da su polja klina točno stupnjevana. Bitno je samo da između potpuno crnog i potpuno bijelog postoji nekoliko čistih sivih polja različite svjetloće.

Na početku ili na kraju svake kasete treba snimiti takav test, što je moguće egzaktnije eksponiran. Zbog toga je dobro da jedno polje bude 18 postočne refleksije, tako da se može mjeriti reflektiranim i upadnim načinom. Nadalje, ispred objektiva treba ukloniti sve dodatke koje je snimatelj eventualno stavio u želji da postigne neki poseban efekt. To su svi filtri koji ne služe isključivo normalnoj korekturi temperature boje, svi mekocrtači i slični dodaci. Jednom riječju, test treba snimiti pod najstandardnijim okolnostima.

Laboratorij je dužan filtraciju pozitiva uskladiti tako da test, odnosno sivi klin, bude reproduciran doista kao sivi klin u optimalnoj gradaciji. Cijeli materijal se tada kopira, primjenjujući filtraciju koja je bila optimalna za kopiranje sivog klina.

Ako se na kontrolnoj projekciji čini da je sivi klin u redu, da nema primjesa nikakvih boja, tada sve eventualne pogreške u materijalu padaju na dušu snimatelja. Tada on može točno vidjeti gdje je pogriješio i zašto je pogriješio. Efekte koje je želio postići nadekspozicijom ili podekspozicijom, sva dodatna filtriranja, sve je to u radnoj kopiji vidljivo i podložno kritičkoj ocjeni. Poslije, kod izradbe tonske kopije, često se događa da se odstupa od ustanovljene, najpogodnije filtracije za sivi klin. Događa se i da je, uz najugodniju filtraciju, sivi klin ponešto plavkast. No, to je dio posla koji se obavlja u laboratoriju, bez žurbe i uz suradnju snimatelja.



Kolor-test možemo jednako dobro napraviti i sami koristimo li računalo i pisač u boji, ili lijepimo kolaž papir. Važno je odabrati polja u bojama aditivnih i suptraktivnih primara, i nekoliko polja neutralno sive boje.

Po mogućnosti treba izbjeći primjenu sjajnih površina za obojena polja test-karte.

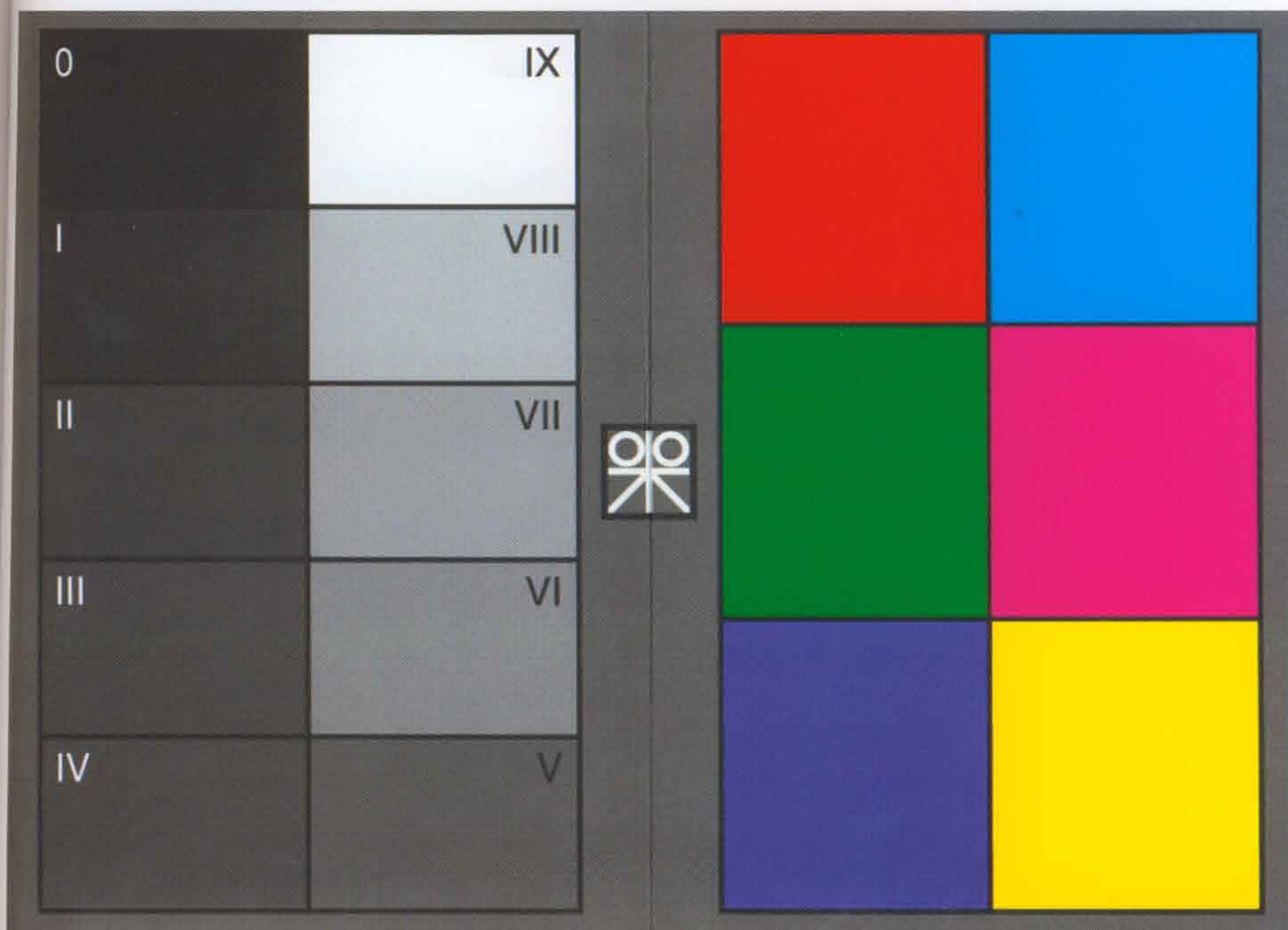
sljedeći:

na snimiti
svaki ga
njevana.
stih sivih

zaktnije
ko da se
ukloni-
poseban
re boje,
rdnijim

n, bude
kopira,

ikakvih
kada on
postići
j kopiji
događa
i da je,
obavlja



Ako pak sivi klin pokazuje u radnoj kopiji bilo kakva odstupanja od svoje prirodne sivoće, pogreška je u laboratoriju. U takvim je slučajevima sivi klin spas, pogotovo za mladog snimatelja. Za mladog snimatelja, u kojeg još nemaju povjerenja, loša radna kopija može značiti pravi pakao: kako dokazati da on nije pogriješio, da je negativ u redu i da će sve u tonskoj kopiji biti u redu?

No, ako postoji sivi klin na početku role, tada su aduti u njegovim rukama.

Ako testiramo neki novi i nepoznati materijal ili proces, postupak testiranja je drukčiji. Za tu svrhu treba imati pravi tvornički test, kakav izrađuje svaka ozbiljnija tvornica fotomaterijala, a koji je sastavljen od polja osnovnih suptraktivnih boja: žute, cijana i grimizne (magenta). Osim toga, može imati još i polja u bojama primara: crveno, zeleno i plavo. Uz takav test u bojama treba postaviti i sivi klin, a sve to zajedno smjestiti u kadar s nekim licem. Takav kadar treba osvijetliti svjetlom ni previše kontrastnim, a ni previše mekanim. Sada se može snimati, ispitujući različite ekspozicije i različite filtracije. Rezultat se subjektivno ocjenjuje na ekranu.

Test u bojama pokazat će kako su reproducirane osnovne boje, sivi klin obavljat će već poznatu funkciju, a lice koje se nalazi u kadru uz testove služit će za ocjenjivanje reprodukcije boje tena. To je važno u prvom redu kod igranog filma, jer kod kolora, kao i kod crno-bijelog, reprodukcija boje tena osnova je za održavanje kontinuiteta slike.

Tvornička test-karta sa sivim klinom i poljima u bojama aditivnih i suptraktivnih primara (*Paterson, Agfa*). Napomena: Zbog tiskarskih ograničenja primjer na ovoj stranici tek je ilustracija i nije namijenjen testiranju filma.

Ako lice izgleda kao da ima žuticu, znači da je u kopiji višak žute boje.
 Ako je lice kao preplanulo od sunca, u kopiji je previše grimizne (magenta).
 Ako je lice blijedo i mrtvački sivo, dokaz je viška cijana.

U test snimke mogu se uključiti i predmeti različitih boja, ovisno o namjeni materijala koji testiramo. Lice koje se nalazi u kadru uz testove služi za ocjenjivanje reprodukcije boje tena.

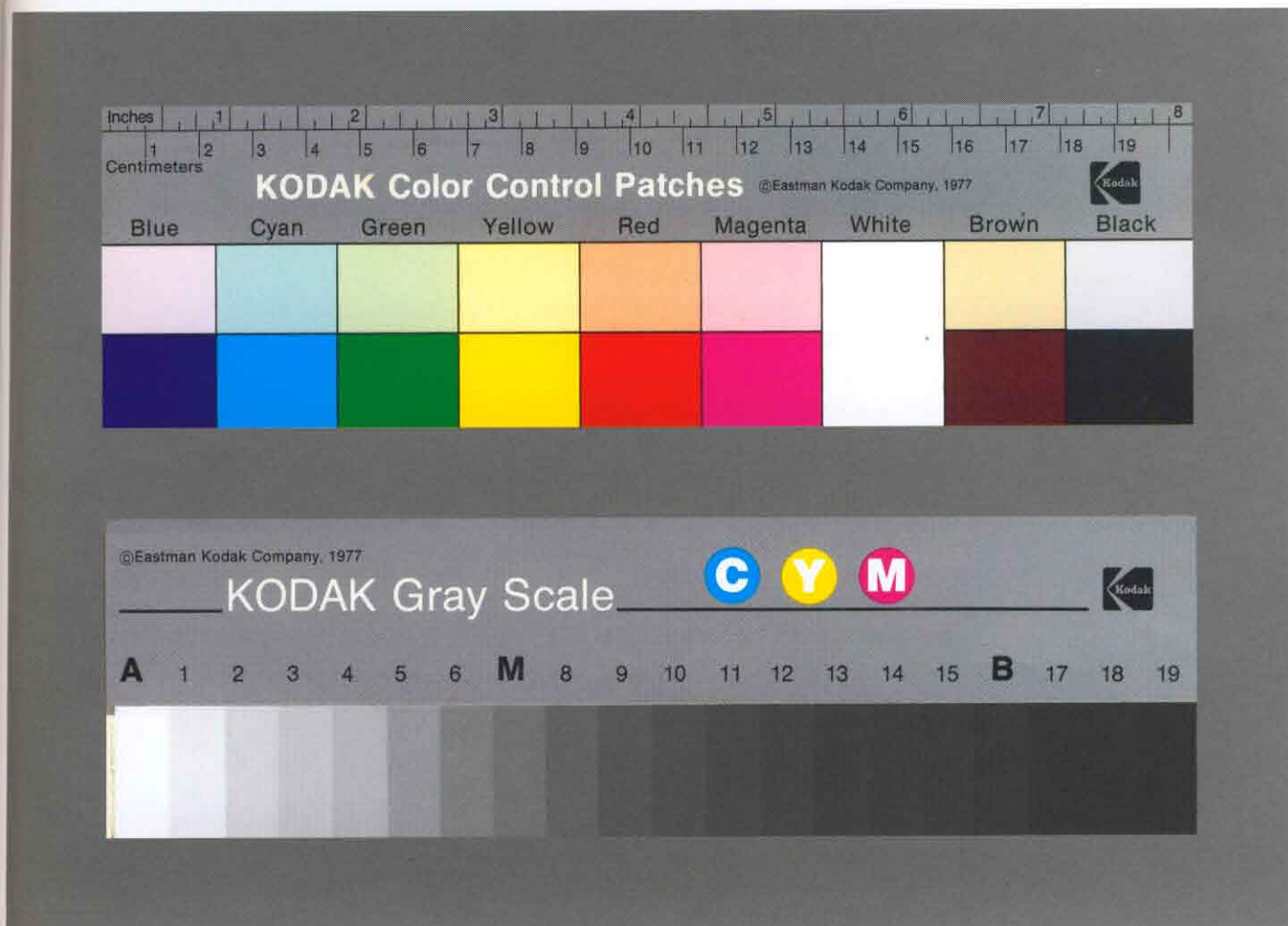


Presjek razvijenog suvremenog negativ-filma u boji, povećan 1000 puta. Obojeni slojevi nanoseni su na prozirnju triacetatnu foliju. Gornji sloj emulzije, osjetljiv na plavo svjetlo, na negativu je žut; srednji sloj, osjetljiv na zeleno svjetlo, na filmu je obojen grimiznim (*magenta*) bojilom, a donji sloj, sada plavozelene (*cijan*) boje, osjetljiv je na crveno svjetlo. (Vidi i shematski crtež pozitiv i negativ filma na kraju poglavlja *Komplementarne boje*).

Treba još upamtiti da ispravna reprodukcija sivog klina ne znači i ispravnu reprodukciju boje tena. Gotovo da i ne postoji negativ kod kojeg bi sva tri sloja bila savršeno jednako osjetljiva.

Poznato je da i objektivni mogu pokazivati razlike u reprodukciji boje. Male razlike u tonu, do kojih ponekad dolazi uporabom različitih objektivna, često je teže ispravljati nego one veće. Kod suvremenih kvalitetnih objektivna to uglavnom nije osobit problem. Ipak, razlike se mogu pojaviti rabe li se na istom snimanju, uz nove objektivne, i neki objektivni starije proizvodnje.

Zbog toga prije snimanja treba testirati cijelu seriju objektivna kojima će se snimati. To je najbolje napraviti s pomoću sivog klina. Ako se pokažu izvjesne razlike, nije teško ustanoviti koji objektiv ima kakvo odstupanje, i to kompenzirati filtrima. Takve kompenzacije najbolje je izvesti s folijama koje se pričvrste na stražnji dio objektivna i ne skidaju se za cijelo vrijeme snimanja, bez obzira na daljnju filtraciju.



Temperatura boje

Nećemo otkriti ništa nova ako ustvrdimo da komad željeza, stavljen u dovoljno jak plamen, počinje mijenjati boju. To zna svaki kovač. Zna, također, da će željezo prvo poprimiti tamnocrvenu boju, zatim, ako ga nastavi grijati, boja će postati svijetlocrvena, zatim narančasta, pa žuta, i na kraju, ako je plamen dovoljno jak i temperatura dosta visoka, bijela.

To je osnova: uzajamni odnos temperature i boje, fenomen na kojem je osnovana cijela koncepcija određivanja temperature boje svjetla.

Pojam temperature boje, smisao i svrha tog čudnog pojma oduvijek je predstavljao kamen spoticanja snimatelju koji se našao suočen sa snimanjem kolor-filma. No, sve je to u biti mnogo jednostavnije nego što se čini na prvi pogled.

Da bi se u potpunosti shvatio smisao uporabe filtera za snimanje u bojama (što se bitno razlikuje od uporabe filtera pri snimanju s crno-bijelim materijalima), moraju se najprije raščistiti neki osnovni pojmovi fenomena svjetla i njegove boje.

Direktno mjeriti vrlo visoke temperature teško je, ako ne i nemoguće, jer ni jedan termometar neće izdržati, a kamoli izmjeriti temperaturu rastopljenog volframa (engl. *tungsten*), koji se topi na 3370°C , a potpuno je nemoguće direktno mjeriti temperaturu užarenih nebeskih tijela.

U takvim se slučajevima znanost služi mjeračem temperature boje⁶⁰. Mjereći boju svjetla koju emitira neko tijelo, posredno mjeri i samu temperaturu toga tijela.

Tvornički sivi klin i višebojni kolor-test postavljeni na sivu kartu (Kodak).

Napomena: Zbog tiskarskih ograničenja primjer na ovoj stranici tek je ilustracija i nije namijenjen testiranju filma.

⁶⁰ Instrument za mjerenje temperature boje svjetla, *kolortermometar*, *kolormetar* ili jednostavno *kelvinometar*, kako se popularnije naziva u snimateljskoj praksi. Taj je instrument (o čijoj ćemo konstrukciji poslije govoriti) zapravo praktična izvedba mjerača takozvane *radijacije crnog tijela*, što opet predstavlja fizikalnu osnovu mjerenja temperature boje.

Kelvinova skala

Teorijske i praktične osnove ovoga o čemu smo dosad govorili postavio je škotski fizičar i matematičar lord Kelvin⁶¹. Njegovim imenom nazvana je cijela temperaturna skala, čije se jedinice označavaju velikim slovom "K".

Kelvinova skala je temperaturna skala koja svoje ishodište ima na $-273,16^{\circ}\text{C}$, što predstavlja najnižu moguću temperaturu ili apsolutnu ničticu.

Jedinice Kelvinove skale identične su s jedinicama Celzijeve skale.

Temperaturu izraženu u Celzijevim stupnjevima lako preračunamo u kelvine tako što vrijednosti celzija jednostavno dodamo (zaokruženo) 273. Tako se ishodište Celzijeve skale - ledište vode, ili 0°C , može označiti i kao 273 K.

Kelvin je zakonom propisana jedinica za mjerenje termodinamičke temperature. I temperaturu boje, koja govori o spektralnom sastavu svjetla, također izražavamo u kelvinima.

Temperaturu boje bilo kojeg izvora svjetla možemo, dakle, ustanoviti izmjerivši temperaturu crnoga tijela u kelvinima, ugrijanog do one temperature pri kojoj će ono zračiti bojom koja se poklapa s bojom izvora svjetla koji želimo izmjeriti. U slučaju da je temperatura crnog tijela izražena u stupnjevima celzija, toj temperaturi dodamo 273. Na taj način dobivamo temperaturu boje izraženu u kelvinima⁶².

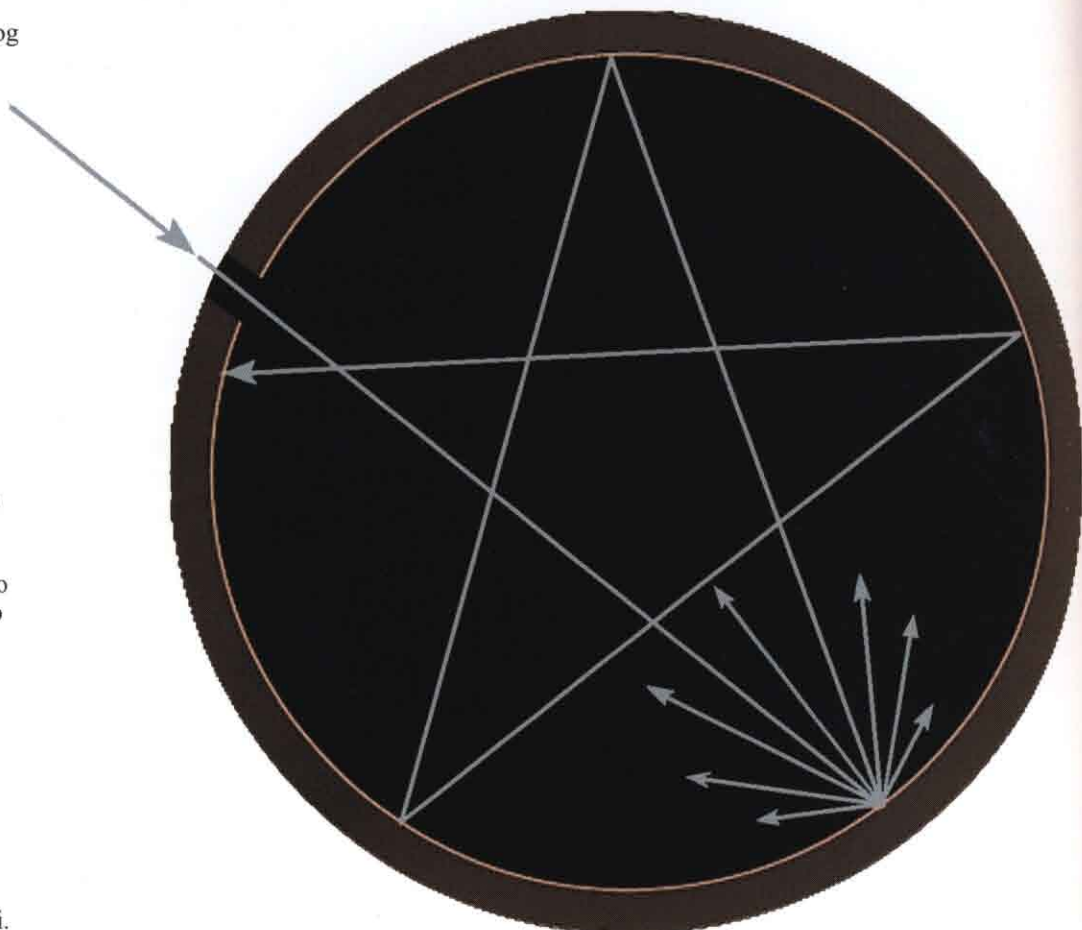
Standardno crno tijelo

Standardno crno tijelo u praksi je posuda od vatrostalne keramike, sa svih strana zatvorena, poput neke boce koja ima samo na jednom mjestu vrlo malen otvor.

Sve svjetlo koje bi sa strane moglo pasti u unutrašnjost posude biva potpuno apsorbirano,

Slika 73.

Shematski prikaz standardnog crnog tijela.



⁶¹ William Thomson Kelvin (1824.-1907.) bio je istaknuti znanstvenik svoga doba i dobio naslov lorda.

⁶² Na primjer: crvenkasto svjetlo koje emitira crno tijelo ugrijano na 1000°C ima temperaturu boje od 1273 K. Naravno, postoje izvjesna odstupanja zbog posebnih uvjeta žarenja nekih tijela. Tako, na primjer, temperatura boje žarne niti žarulja rijetko je kad jednaka temperaturi u Celzijevim stupnjevima plus 273. Obično je stvarna temperatura boje nešto niža od te vrijednosti.

pa u posudi vlada crni, najcrnji mrak. Tako taj otvor postaje standard za potpuno i najcrnje crno⁶³.

Ako se takvo crno tijelo zagrijava izvana, ono će, grijući se do sve više temperature, žareći se, početi emitirati u svoju unutrašnjost neko svjetlo koje se može promatrati kroz onaj maleni otvor na vrhu. Boja tog svjetla, odnosno njegov spektralni sastav, ovisna je i mijenja se, dakako, s temperaturom do koje je crno tijelo ugrijano. Promatranjem boje unutar crnoga tijela i mjerenjem temperature njegove ugrijanosti, te usporedbom boje pri određenoj temperaturi s bojom prirodnoga svjetla, došlo se do pojma temperature boje izražene u kelvinima.

Svaki svjetlosni izvor može u širokim granicama mijenjati svoju temperaturu boje. Kad govorimo o niskoj temperaturi, na primjer, obične svijeće ili svjetla vatre, to znači da je takvo svjetlo siromašno plavom bojom, a bogato crvenom. Kad je pak riječ o visokoj temperaturi boje, tada se radi o svjetlu bogatijem plavom bojom negoli crvenom.

Zbog adaptacije na boju⁶⁴ naše oko te razlike gotovo i ne zamjećuje. I dnevno i umjetno svjetlo za nas je jednako "bijelo" u dosta širokim granicama. Razliku ćemo primijetiti tek kada na neku površinu istodobno padnu svjetla iz dvaju različitih izvora.

Možemo izvesti jednostavan pokus: bijeli komad papira treba svinuti pod kutom od 45° i postaviti tako da je jedna stranica okrenuta prema prozoru u nekoj ne presvijetloj sobi. Na tu stranicu pada dnevno svjetlo koje dolazi kroz prozor i relativno je visoke temperature boje. Druga je strana u sjeni i nju treba osvijetliti svjetlom žarulje, približno istog intenziteta.

Ako se postavimo tako da istodobno gledamo obje stranice, jasno ćemo vidjeti da je stranica osvijetljena dnevnim svjetlom plava, a ona osvijetljena umjetnim žuta.

To je slučaj kada se naše oko ne može odlučiti ni za jednu temperaturu boje, nego se adaptira na nekakvu srednju vrijednost. Naše je oko, dakle, dopustilo da bude prevareno i pokušava nas uvjeriti kako papir nije bijel, nego da je pola plav, a pola žut. Međutim, fotografska se emulzija ne da prevariti. Krajnje je osjetljiva na svaku promjenu temperature boje.

Mired

Za točnu kontrolu reprodukcije boje s pomoću filtera treba znati za koliku će vrijednost određeni filter pomoći efektivnu temperaturu boje nekog svjetlosnog izvora. Na toj točki nastaju komplikacije. Efektivnost nekog filtra, mjerena u kelvinima, nije brojčano konstantna. Ona je razmjerno mala na niskim temperaturama boje, a raste srazmjerno odnosu crvenog i plavog u određenom svjetlu.

Isti plavi filter može pomoći temperaturu boje sa 2000, na primjer, na 2100 kelvina ili sa 6000 na 7000. Čak, što više, vizualni je dojam u oba slučaja približno jednak.

Iz tih je razloga uvedena jedna nova ljestvica, zasnovana na *mired*⁶⁵ jedinicama.

Taj je naziv nastao kao akronim od "*Micro REciprocal Degree*", što znači mikro-recipročni stupanj. Do njega se dolazi sljedećom formulom:

$$1.000.000 / K = mired^{66}$$

U nastojanju da se barata što manjim brojkama, napravljen je još jedan korak i uveden pojam: *dekamired*⁶⁷. Formula za njegovo izračunavanje glasi:

$$10 mireda = 1 dekamired$$

Filteri s pozitivnim predznakom, oni ružičasti, snizuju temperaturu boje, dok filteri s negativnim predznakom, plavkasti, povišuju temperaturu boje.

⁶³ Nijedna površina ne može biti tako crna kao rupa, jer i najcrnja ploha ipak reflektira određeni postotak svjetla prema promatraču.

⁶⁴ Vidi poglavlje *Adaptacija na boju*.

⁶⁵ Čitaj "maerd".

⁶⁶ Za isti pojam, odnosno za istu jedinicu (*mired*) u novije se vrijeme rabi i naziv *megarecipročni kelvin* (MK^{-1}).

⁶⁷ Čitaj "dekamaerd".

Tabela 2.

Preračunavanje vrijednosti izraženih u kelvinima u mirede.

Ta je tablica veoma jednostavna i praktična: zanima li nas koliko mireda ima 7600 K, u prvoj vertikalnoj koloni treba naći vrijednost od 7000, pa idući udesno tim redom doći do vertikalne kolone iznad koje stoji broj 600.

Tu ćemo očitati rezultat: 132 mireda.

Primjer: 312,5 mireda jest isto što i 31.25 dekamireda. Kod dekamireda se decimalna mjesta obično izostavljaju, ili zaokružuju na bližu vrijednost.

Na taj su način od mnogoznamenastih brojeva Kelvinove skale nastali jednoznamenasti ili najviše dvoznamenkasti brojevi dekamireda, koji se ponekad rabe upravo za označavanje vrijednosti filtera.

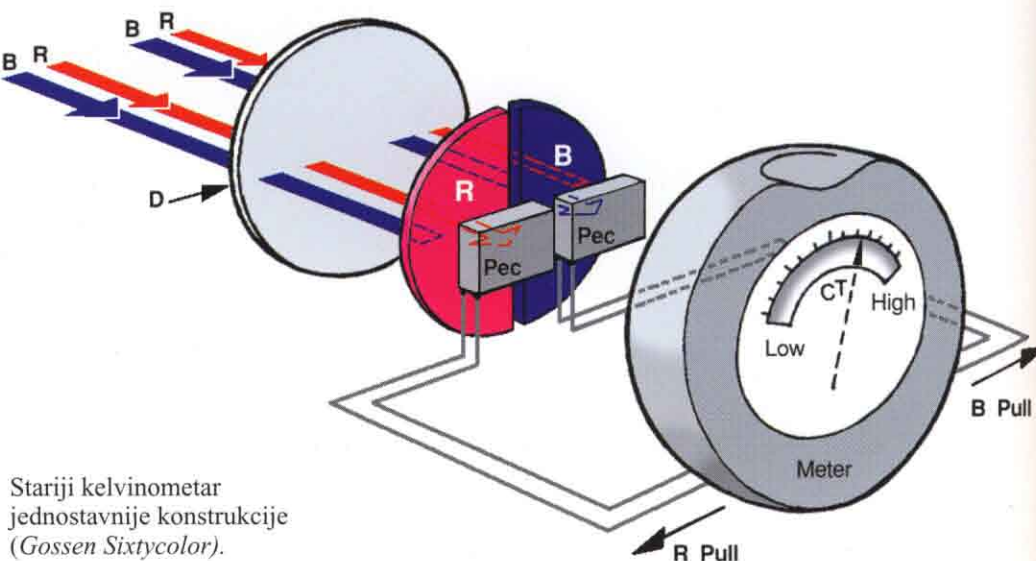
No, to nije učinjeno samo stoga da bi se brojevi smanjili, nego i zato, kako smo u početku naglasili, da bi se postigla brojčana konstantnost kod viših i nižih temperatura boje.

Da bismo se potpuno oslobodili matematike, evo jednostavne tablice iz koje se mogu brzo očitati mired vrijednosti koje najčešće susrećemo u snimateljskoj praksi.

Kelvina	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
1000	1000	909	833	769	714	667	625	588	556	527
2000	500	476	455	435	417	400	385	370	357	345
3000	333	323	312	303	294	286	287	270	263	256
4000	250	244	238	233	227	222	217	213	208	204
5000	200	196	192	189	185	182	179	175	172	169
6000	167	164	161	159	156	154	152	149	147	145
7000	143	141	139	137	135	133	132	130	128	127
8000	125	123	122	120	119	117	116	115	114	112
9000	111	110	109	108	106	105	104	103	102	101

Praktično mjerenje temperature boje

Temperatura boje mjeri se *kolortemperaturmetrima*, ili *kelvinometrima*. U početku su to bili instrumenti koji su radili na osnovi jedne ili dviju fotoćelija i osjetljivog miliampermetra, nalik običnim svjetlomjerima. No bitna je razlika između običnog svjetlomjera i kelvinometra u tome što prvi mjeri, kao što znamo, *količinu* svjetla, a drugi njegovu *boju*, koju na svojoj skali iskazuje u kelvinima.



Stariji kelvinometar jednostavnije konstrukcije (*Gossen Sixtycolor*).

Ako je instrument bio izveden s dvije ćelije, onda se pred jednom nalazio plavi filter, a pred drugom crveni. Mikroampermetar je među njima bio ukopčan u tzv. mosnom spoju, pa smo mogli, neovisno o količini svjetla, očitati odnos tih dviju boja, te iz njega doznati temperaturu boje.

Iako, u načelu, na očitavanje nije utjecala količina svjetla, ipak je bio potreban jedan minimum da bi se kazaljka instrumenta uopće pokrenula, a nešto viša razina svjetla da bi očitavanje bilo dovoljno točno.

Ta donja granica, ovisno o tipu, kretala se između 200 i 500 Lx⁶⁸.

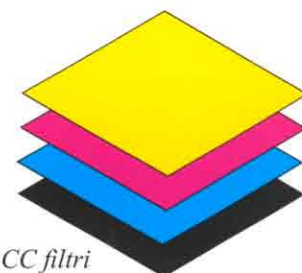
Gornja granica razine svjetla nije bila važna i nije utjecala na točnost očitavanja.



Suvremeni trikolorometri (*Minolta Color Meter*, *Gossen Colormaster*) izgledom podsjećaju na svjetlomjere za mjerenje upadnog svjetla.

⁶⁸ Ovaj se podatak odnosi na starije tipove kolormetara, dok je kod novijih tipova razina svjetla mnogo manje kritična.

⁶⁹ To su silicijske fotoćelije s odgovarajućim crvenim, plavim i zelenim filterima.



⁷⁰ CC filteri (engl. *color compensating filters*) - *kolor kompenzacijski filteri*. Ti su filteri obično izrađeni u bojama suptraktivnih primara (YMC - yellow, magenta, cyan) - žuta, magenta, cijan, i izvedeni u više gustoća. Djeluju selektivno, samo na određene dijelove svjetlosnog spektra.

Na snimanjima se rabe razmjerno rijetko, ali svoju primjenu nalaze u filmskim laboratorijima, u strojevima za kopiranje.

Noviji su instrumenti (npr. *Minolta Color Meter*, *Gossen Colormaster* i dr.), zvani i *trikolorometri*, bazirani na tri osjetnika, osjetljiva na crveni, plavi i zeleni dio spektra⁶⁹.

Iz udjela crvenog, zelenog i plavog u mjerenom svjetlu može se odrediti temperatura boje i definirati eventualna potreba za korištenjem konverzijskih, odnosno kompenzacijskih filtara (kojima se djeluje na cijelo područje vidljivog spektra).

To je, dakle, načelno jednako kao i kod starijih kelvinometara koji imaju samo dva receptora. Međutim, treći receptor, onaj za zeleni dio spektra, i njegov odnos prema drugim dvama (crvenom i plavom), omogućava da se ustanovi moguća neuravnoteženost spektralnog sastava svjetla.

Spektralna neujednačenost svjetla može dovesti do pojave dominante u slici (najčešće zelene). Zato se takvim novim podatkom definira i eventualna potreba za selektivnim filtriranjem svjetla uporabom CC filtara⁷⁰. Dakle, noviji, složeniji kolormetri nude i jednu bitnu informaciju više nego oni starije konstrukcije.

Zasloni suvremenih trikolormetara pokazuju odstupanje od standardne temperature, izraženo u *miredima*, ili preporuku za uporabu određenog korekcijskog filtra. Po potrebi, oni također mogu sugerirati i primjenu određenih kolor-kompenzacijskih (CC) filtara.



Mjerenje temperature boje umjetnog svjetla

Mjerimo li umjetno svjetlo, kelvinometar treba staviti ravno ispred žarulje ili reflektora, ne preblizu, tako da se svjetlo potpuno ravnomjerno rasprostire preko oba filtra na instrumentu. Treba paziti da nikakav obojen predmet nije blizu izvora svjetla, jer bilo kakvo reflektirano svjetlo može dati potpuno pogrešne rezultate. Osim toga, treba paziti da ruka ili prst ne bacaju sjenu na djelić ćelije, jer će se i u tom slučaju dobiti potpuno netočan rezultat.

Ako se radi o *spotlight*-reflektoru ili reflektoru s Fresnelovom lećom, moramo računati da temperatura boje opada prema krajevima svijetlog polja. Stoga moramo mjeriti točno u središtu snopa reflektora.

Moguć je još jedan način mjerenja: mjerimo svjetlo reflektirano od potpuno čistog, bijelog i dovoljno velikog komada papira. No, to treba činiti samo kad se mjeri izvor svjetla koji nejednako, neravno osvjetljava, ili kod kojega nastaju velike razlike unutar polja.

Starijim kelvinometrima ne treba ni pokušavati mjeriti temperaturu boje svjetla fluorescentnih svjetiljaka⁷¹. Novijim instrumentima je već moguće dobiti nekakav rezultat⁷². Ako je snimatelj već odlučio iz nekih posebnih razloga snimati pod takvim svjetlom, tada se svakako moraju učiniti i temeljite probe s raznim filtrima i filtracijama.

Mjerenje temperature boje dnevnoga svjetla

Svako mjerenje dnevnoga svjetla, pa čak i mjerenje direktno prema suncu, u najboljem je slučaju samo aproksimacija. Mjerenje plus veliko iskustvo može dati rezultate i neke informacije za izbor korekcijskih filtara. U protivnom, pogotovo ako se radi o početniku, bolje je ništa ne mjeriti, jer ga čudni rezultati koje će dobiti mogu potpuno zbuniti.

Ako se ipak mjeri dnevno svjetlo, tada treba postupiti jednako kao da se svjetlo mjeri svjetlomjerom za mjerenje upadnog svjetla (*Spectra*, *Sekonic* i sl.), to jest, treba upraviti ćeliju od objekta ili subjekta koji snimamo prema kameri, s tom razlikom što površinu ćelije, budući da nije sferična oblika, treba ipak okrenuti prema onoj strani odakle dolazi najviše svjetla. Ako je to Sunce, tada možemo ćeliju usmjeriti ravno u njega. No, ako se snima protiv svjetla, tada je prirodno da svjetlo ne dolazi od Sunca, nego od onog dijela neba koje se nalazi iza kamere. Ako je taj dio neba plav, temperatura boje bit će vrlo visoka - desetak i više tisuća kelvina. No, nikako ne treba takvu snimku posebno filtrirati zbog straha da će biti previše plava. Sjene su plavkaste, pa neka i ostanu takve.

Kod svih mjerenja dnevnog svjetla i dalje treba paziti na sve one čimbenike koje smo spomenuli kod mjerenja umjetnih izvora svjetla. Prst pred ćelijom, refleks zelene trave pod nogama ili stabla u blizini, površina žutoga pijeska, sve to može dati pogrešne rezultate. U takvim slučajevima možda je najsigurnije usmjeriti ćeliju ravno prema nebu i na taj se način osigurati da nikakvi refleksi ne ulaze u vidno polje instrumenta.

Na kraju, ponovimo još jednom: početniku je najbolje da po dnevnom svjetlu ne poduzima nikakva mjerenja. Neka se pouzda u upute proizvođača filmskog materijala kojim snima, jer i onako nikakvom filtracijom od zore neće moći načiniti podne, ni od podneva zoru. Jednako kao što neće iz oblačnog dana učiniti sunčan. Zore i večeri su crvenkaste, podneva bijela, a oblačni dani plavkasti, pa neka i na filmu budu takvi.

⁷¹ Diskontinuirani spektar fluorescentne i srodne rasvjete na bazi električnog izboja u plinu, odnosno električnog luka, ne može se definirati kategorijom temperature boje, nego se za takve spektre uvodi pojam *CCT* (*correlated color temperature*), odnosno pojam *usporedne temperature boje*. Taj pojam govori o vizualnoj impresiji ili o dojamu na ljudsko oko - označava kojem svjetlu (svjetlu koje temperature boje) nalikuje svjetlo određene fluorescentne svjetiljke. Zbog toga je dobiveni rezultat pri mjerenju svjetla fluorescentne svjetiljke relativan, jer izražava tek usporednu temperaturu boje, i odnosi se na vizualni dojam, koji se može jako razlikovati od rezultata koji će registrirati filmska emulzija.

⁷² Iz svega što je dosad izneseno mora biti jasno da se realno mjerenje temperature boje može provesti samo s izvorima svjetla koji rade na principu žarne niti.

Tehnika reprodukcije boje na filmu

Ispravna reprodukcija boje na filmu ovisi o tri osnovna čimbenika. To su:

- senzibilizacija materijala na koji se snima
- spektralni sastav svjetla pri kojem se snima
- filter za korekciju boje kojim se snima.

Razmotrimo ih redom.

Senzibilizacija filmskih materijala

Svaki od tri sloja kolor-materijala registrira svoj dio spektra snimanog prizora. Međusobnim usklađivanjem osjetljivosti pojedinih slojeva moguće je postići ispravnu reprodukciju boja kod rasvjete određenog spektralnog sastava, odnosno određene temperature boje.

Postoje tri vrste senzibilizacije negativa i preokretnih materijala za snimanje:

1. *Tip D (daylight)*.

Namijenjen za snimanje pri dnevnom svjetlu, oko 5000 - 6500 K.

Mired vrijednost mu je u rasponu od 150 do 200⁷³.

2. *Tip A*.

Namijenjen za snimanje pri umjetnom svjetlu, i to *photoflood* žaruljama 3400 K.

Mired: 290. Danas se uglavnom više ne proizvodi.

3. *Tip B*.

Namijenjen za snimanje pri umjetnom svjetlu od 3200 K. Mired: 310.

Može biti označen i kao *tip T (tungsten*⁷⁴*)*.

Od svih nabrojanih vrsta jedino je tip B namijenjen isključivo za profesionalnu uporabu. Ostali su bili za amatere, a profesionalci su se njima služili samo u iznimnim prilikama.

Pokušat ćemo objasniti zašto.

Tip D (Daylight - dnevno svjetlo) bio je namijenjen amaterima, jer bi za njih, koji uglavnom snimaju pri dnevnom svjetlu, bilo prekomplikirano baratanje konverzijskim filterima, pa im se na taj način pokušalo olakšati snimanje. *Tip D* proizvodio se neko vrijeme samo za format od 16 mm, i to kao preokretan, namijenjen snimanjima po dnevnom svjetlu. Bio je predviđen i za nepovoljne svjetlosne uvjete, pa je zato i osjetljivost tih materijala bila relativno visoka (160 - 400 ASA)⁷⁵.

Međutim, razvojem i širokom primjenom *daylight* rasvjete⁷⁶ (*HMI*⁷⁷, *Kinoflo*⁷⁸ i dr.) u profesionalnim produkcijama aktualizirala se potreba i za profesionalnim filmom *tipa D*, koji se zato danas proizvodi i kao 35 mm negativ različitih osjetljivosti.

Tip A bio je namijenjen također amaterima, ali za snimanje pri umjetnom svjetlu. Žarulje proizvedene za amatere bile su sračunane na veći svjetlosni učinak od onih za profesionalce. Takve žarulje rade pod višim naponom od nominalnog, što im je, dakako, smanjivalo vijek. No, kako amateri nikad nisu snimali mnogo, pa prema tome i žarulje nisu trebale gorjeti dugo, takvo je rješenje bilo prihvatljivo.

Tip B namijenjen je u prvom redu profesionalnom snimanju, i to zbog jednostavnog razloga. Hoće li biti više snimanja u enterijerima ili eksterijerima, u profesionalnoj

⁷³ Treba napomenuti da tvornice u uputama za materijale za dnevno svjetlo ne navode uvijek točnu vrijednost na koju je dotični materijal senzibiliziran. Vjerojatno zato što je teško odrediti prosječnu temperaturu boje dnevnoga svjetla koja bi imala univerzalnu vrijednost za sva geografska područja.

⁷⁴ Volfram (engl.).

⁷⁵ Osim toga, takav se materijal rabi još i u znanstvene svrhe, tamo gdje su potrebne veoma kratke ekspozicije (stroboskopska snimanja) pri visokoj temperaturi svjetla.

⁷⁶ To je rasvjeta koja radi na principu električnog izboja u plinu, odnosno električnog luka nastalog izbojem elektrona. Daje svjetlo neujednačenog spektra, ali dojmovno je slična boji dnevnog svjetla. Kao takva, u prosječnim filmskim situacijama vrlo je uporabljiva za simuliranje dnevnog svjetla.

⁷⁷ *HMI* - akronim od *hydrargyrum* (kem. naziv za živu), *medium-arc length* (engl. "srednja dužina luka"), *iodide* (engl. naziv za jodid, kemijski spoj joda s metalima). Označava rasvjetna tijela visokog učinka, koja rade na principu električnog luka. Emitiraju svjetlo nepotpuno ujednačenog, ali relativno prihvatljivog spektralnog sastava, bliskog danjem svjetlu.

⁷⁸ Jedan od tipova fluorescentne rasvjete, posebno konstruiranih za potrebe snimanja. Spektralnog je sastava tako pogodno podešenog da u slici ne daje nikakvu neželjenu dominantu.

kinematografiji ovisi o slučaju.

Snimanje na dvama različitim materijalima - onom za dnevno, od 5600 K, i onom drugom za umjetno svjetlo od 3200 K - proizvelo bi niz komplikacija, pa se moralo odlučiti za jedan jedini materijal kojim će se snimati jednako po dnevnom kao i po umjetnom svjetlu.

Ako bi materijal bio senzibiliziran za dnevno svjetlo⁷⁹, trebalo bi pri umjetnom svjetlu snimati s plavim konverzijskim filtrom, koji ima osjetno visok filterfaktor⁸⁰.

Takav filter smanjuje osjetljivost materijala, pa tako po danu, kad obično ima i previše svjetla, imamo nepotrebno visoku osjetljivost, dok se kod umjetnoga svjetla, kad je svaki luks dragocjen, osjetljivost još više smanjuje zbog konverzijskog filtra.

To su razlozi zbog kojih su tvornice, u zajednici s profesionalnim snimateljima, odlučile proizvoditi tip materijala senzibiliziran za svjetlo od 3200 K, jer žarulje pri toj temperaturi boje imaju dobru svjetlosnu iskoristivost, a uz to još uvijek dosta dugi vijek. Naravno, pri snimanju s umjetnim svjetlom nije potreban nikakav filter, i iskorištena je sva osjetljivost materijala.

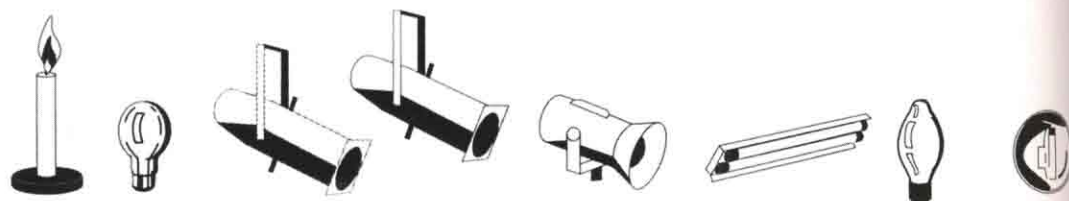
Kod snimanja pod dnevnim svjetlom stavlja se pred objektiv standardni konverzijski filter⁸¹, koji doduše smanjuje osjetljivost, ali pri normalnim okolnostima snimanja to više koristi nego šteti.

Vrste svjetla

U profesionalnoj kinematografiji za snimanje pri umjetnom svjetlu dolaze u obzir isključivo žarulje koje emitiraju svjetlo od 3200 K. Sva odstupanja od te unaprijed zadane vrijednosti obično su tako mala da se mogu zanemariti.

Kod dnevnog je svjetla situacija, dakako, nešto drukčija. Dnevno je svjetlo ovisno o mnogim promjenama temperature boje koje se zbivaju tijekom dana kada svjetlo varira od 2000 K rano ujutro i kasno predvečer, pa sve do nekih 20.000 K u situacijama pod sjevernim svjetlom⁸². Tako velika odstupanja od srednje vrijednosti (5600 K) mogu na prvi pogled zabrinuti snimatelja početnika, ali strahu nema mjesta, jer zora mora biti ružičasta, dan treba biti bijel, ili plavkast ako je vrijeme oblačno, a zalaz Sunca crvenkast. I sve to, ružičasto, bijelo, plavkasto i crveno, upravo tako mora biti zabilježeno na filmskoj vrpici. Nepotrebno je, dakle, raditi bilo kakve korekcije filterima pri dnevnom svjetlu, osim u nekim posebnim slučajevima⁸³.

Kako smo već prije govorili, spektralni sastav svjetla žarulje (koja radi na principu žarne niti) veoma je bliz spektralnom sastavu svjetla koje emitira standardno crno tijelo, pa se stoga sva očitavanja temperature boje kelvinometrima mogu smatrati realnim. U svim ostalim slučajevima, pri direktnom ili indirektnom dnevnom svjetlu, pri svjetlu fluorescentnih svjetiljaka, ili pri bilo kojem umjetnom izvoru svjetla koji radi na principu užarenih plinova, mjerenje temperature boje može prije dovesti do zabune negoli do neke koristi. Eventualnu uporabu korekcijskih filtera u svim takvim slučajevima bolje je bazirati na vrijednostima u sljedećoj tabeli.



⁷⁹ Kao tip D, senzibiliziran na 5000-6500 K.

⁸⁰ Filter 80B, koji produžuje ekspoziciju za gotovo dvije blende.

⁸¹ Filter 85, produžuje ekspoziciju za 2/3 blende.

⁸² To je svjetlo koje ne dolazi direktno od Sunca, nego od čistog, plavog sjevernog neba.

⁸³ Ovo se dakako ne odnosi na konverzijski filter koji standardno stoji pred objektivom kamere ako je u njoj materijal senzibiliziran za umjetno svjetlo. Takav filter služi jedino "pomicanju" senzibilizacije materijala.

Temperature boje različitih svjetlosnih izvora

Izvor svjetla	temperatura boje u K	mired
Umjetno svjetlo		
Plamen šibice	1700	590
Plamen obične svijeće	1850	540
Kućna žarulja 40 W	2600	385
Kućna žarulja 75 W	2800	360
Senzitometrijski standard	2848	350
Kućna žarulja 100 W	2900	345
Projekcijska žarulja	3200	310
Halogena žarulja mrežnog napona (standardna)	3200	310
Niskonaponske halogene žarulje	2900 - 3100	325 - 345
Amaterska žarulja kratkog vijeka (<i>photoflood</i>)	3400	290
Lučno svjetlo ugljenih elektroda (<i>yellow flame</i>)	3350	300
Lučno svjetlo ugljenih elektroda (<i>white flame</i>)	5000	200
Elektronička bljeskalica	5000 - 6000	165 - 200
HMI rasvjeta	5500	180
Kinoflo rasvjeta: topla	3000/3200	330/310
Kinoflo rasvjeta: hladna	5000/5500	200/180
Ksenonska lučna žarulja	6420	155
Dnevno svjetlo		
Sunčevo svjetlo: izlazak i zalazak Sunca	2000	500
Sunčevo svjetlo: jedan sat poslije izlaska Sunca	3500	290
Sunčevo svjetlo: rano jutro i kasno popodne	4300	230
Direktno sunčevo svjetlo ljeti u podne	5400 - 5800	170 - 185
Sunce kroz maglicu	5700 - 5900	180
Sunce plus potpuno čisto plavo nebo	6200 - 6500	160
Potpuno oblačno nebo	6700 - 7000	150
Prozračna ljetna sjena	7100	140
Prosječna ljetna sjena	8000	125
Svjetlo plavog i vedrog neba (subjekt u sjeni)	10.000 - 12.000	90
Plavo nebo s tankim oblacima	12.000 - 14.000	70
Čisto, plavo nebesko sjeverno svjetlo	15.000 - 27.000	40 - 60

Tabela 3.

Prosječne vrijednosti temperature boje (ili usporedne temperature boje) za neke izvore svjetla i neke standardne svjetlosne situacije.



Temperatura boje i mrežni napon

Navedene temperature boje žarulja koje rade na principu žarne niti, onih običnih, kućnih, kao i onih namijenjenih profesionalnoj uporabi, vrijede samo ako su priključene na propisani im napon.

Svako odstupanje od nominalnog napona⁸⁴ rezultira odstupanjem od deklarirane temperature boje. Kod napona nižeg od nominalnog temperatura boje pada (pomiče se prema crvenom dijelu spektra), a kod višeg raste (pomiče se prema plavom).

Na primjer, žarulja koja pri naponu od 220 V daje temperaturu boje od 3200 K, pri naponu od 200 V dat će temperaturu boje od 3100 K. Ako se radi na negativu, takve će varijacije laboratorij ispraviti bez teškoća, međutim, ako se snima na preokretnom materijalu, takvu ili eventualno veću promjenu treba korigirati na snimanju ispravno odabranim filtrom.

Varijacije temperature boje mogu nastati i trošenjem žarulja. Nit koja gorenjem lagano isparava taloži neprestance na unutrašnjoj strani staklenog balona sivu naslagu koja može ozbiljno smanjiti emisiju svjetla.

Osim toga, isparavanjem se užarena nit stanjuje. Posljedica je smanjenog presjeka niti povećan otpor prolasku struje, i time smanjena struja kroz nit. To u konačnici rezultira svjetlom niže temperature boje.

Stoga treba paziti da se uvijek snima sa što svježijim žaruljama, ili pak starost žarulje treba uzimati u obzir pri određivanju filtracije.

Na starenje žarulja ne treba se obazirati kod halogenih žarulja, jer kod njih to nema nikakva utjecaja na temperaturu boje. Zbog toga se danas uglavnom i snima s halogenim žaruljama.

“Hladno” i “toplo” svjetlo

Ako se pažljivo prouči tablica s podacima o približnim vrijednostima temperature boje pojedinih izvora svjetla, mora se primijetiti kako temperatura raste, postaje viša, toplija, što svjetlo postaje plavlje.

Iz toga može proisteći izvjesna zabuna ako se uzme u obzir kako smo navikli da toplim bojama nazivamo one koje tendiraju prema crvenom dijelu spektra, a hladnima one koje prelaze u plavo područje. Na to smo navikli vjerojatno zato što nas iskustvo uči da je plamen vatre topao, dok je plavo, vedro zimsko nebo - hladno. Međutim, upravo je obratno: svjetlo plamena vatre imaće negdje oko 1000 K, a svjetlo bistrog, plavog, zimskog neba od 15.000 do 27.000 K.

To je zato što svjetlo, nastalo radijacijom, zračenjem, postaje već kod relativno niskih temperatura crvenkasto, dok plavobijelo svjetlo emitiraju samo najtoplija tijela.

Iz toga je vidljivo da samo svjetlo koje emitiraju užarena tijela može imati temperaturu boje u pravom smislu te riječi. Na primjer, temperatura boje neba ne može biti istinska temperatura, budući da nebo očito ne zrači boju nastalu ugrijavanjem do nekih 25.000 celzija.

Svjetlo dvaju različitih izvora oku može izgledati potpuno jednako. No, budući da je filmski materijal vrlo osjetljiv na razlike u spektralnom sastavu svjetla, pri snimanju se mogu ukazati nepremostive zapreke. Na primjer, temperatura svjetla jedne žarulje i svjetlo fluorescentne svjetiljke mogu iskazati istu temperaturu boje⁸⁵. Naoko se tu ne primjećuje nikakva razlika. No, kako je spektralni sastav svjetla tih dvaju izvora potpuno različit, na filmu će se te razlike svakako vidjeti⁸⁶.

Također ćemo, mjereći temperaturu boje svjetla običnog ribarskog ferala, ustanoviti da on emitira svjetlo temperature boje oko 2500 K, dakle kao i obična žarulja od 60 W. No, pokušamo li to snimiti, vidjet ćemo da svjetlo žarulje (ako smo ga ispravno filtrirali) izgleda na snimci bijelo, a svjetlo ferala bit će reproducirano s jakom zelenom dominantom.

⁸⁴ Nominalni je napon kod nas 220V.

⁸⁵ To se odnosi na jednaku usporednu temperaturu boje.

⁸⁶ Razlog je tome u činjenici što svjetiljke na bazi električnog izboja u plinu prilično redovito imaju pojačanu emisiju energije u zelenom dijelu spektra, ili, jedostavnije rečeno, njihovo svjetlo obično ima zelenu dominantu.

Ta se dominantna na snimanju može uklanjati samo dodatnom uporabom posebnih filtara koji selektivno djeluju na određene dijelove spektra (*CC filtri*) - *kolor kompenzacijski filtri*. Prisutnost određene dominante, njezino obojenje i intenzitet, te potrebna filtracija za njezino uklanjanje, može se ustanoviti samo s pomoću kolormetra novijeg tipa ili testovima.

Spektralni sastav svjetla žarulja koje rade sa žarnom niti vrlo je bliz svjetlu koje emitira "crno tijelo", pa se pozornim mjerenjem uvijek dobivaju istinite vrijednosti. Kod svih drugih umjetnih izvora svjetla, koji ne rade na principu žarne niti, mjerenje temperature boje svjetla može dovesti do velikih pogrešaka.

U pravilu se nikakvi drugi izvori svjetla, osim žarulja, ne mogu bez izvjesnoga rizika i bez prethodnoga testiranja rabiti pri filmskom snimanju.

Filtri za snimanje u bojama

Konverzijski filtri

Prije svega treba napomenuti da filtri za snimanje na crno-bijelim materijalima nisu prikladni za snimanje u bojama (osim za postizanje posve iznimnih efekata), jer će vrlo snažno obojiti cijelu sliku svojom vlastitom bojom, mnogo jače nego što se to oku može učiniti. Za snimanje u bojama proizvode se posebni filtri, od kojih ćemo navesti samo najvažnije za snimateljsku praksu.

Postoje dvije osnovne senzibilizacije filmskih materijala i dvije standardne temperature boje izvora svjetla.

Konverzija je pretvaranje jednog standarda u drugi, i *konverzijski filtri* služe pretvaranju jednog standarda u drugi:

$$3200 \text{ (3400) K} \rightarrow 5500 \text{ K}$$

$$5500 \text{ K} \rightarrow 3200 \text{ (3400) K}$$

KONVERZIJA	razlika u miredima	filter	mired-vrijednosti filtra
3200 K (312 mireda) → 5500 K (182 mireda)	+ 131	85B	+131
3400 K (294 mireda) → 5500 K (182 mireda)	+ 112	85	+112
5500 K (182 mireda) → 3200 K (312 mireda)	- 131	80A	-131
5500 K (182 mireda) → 3400 K (294 mireda)	- 112	80B	-112

Tabela 4.

Namjena konverzijskih filtara

Kodak Wratten 85 (označava se i kao # 85 ili samo 85): jedan od najviše rabljenih filtara u cijeloj porodici filtara za snimanje u boji. To je svijetlosmeđeričasti filter koji omogućuje snimanje na dnevnom svjetlu s materijalima koji su senzibilizirani za umjetno svjetlo od 3200 K. Njegova mired vrijednost iznosi plus 112⁸⁷.

O faktoru produženja ekspozicije u pravom smislu te riječi, kada se radi o filterima za snimanje u boji, teško je govoriti, jer se smatra kako on ne postoji, nego se osjetljivost materijala mijenja uz uporabu određenoga filtra.

Tako se za ovaj filter osjetljivost materijala smanjuje za dva stupnja ASA, što odgovara korekciji od 2/3 blende.

Na primjer, za negativ *Eastman 5248* osjetljivost bez filtra iznosi 100 ASA, a s filtrom 85 smanjuje se na 64 ASA.

Kodak Wratten 85B: bojom i uporabom vrlo je nalik filteru 85, osim što je jedva primjetno tamniji. Rabi se ondje gdje ima više UV-zračenja, dakle u planinama i na otvorenom moru i njegovoj obali.

Osim toga, dobar je i kada treba postići nešto toplije tonove nego filtrom 85. Produženje ekspozicije, odnosno korekcija osjetljivosti, jednako je kao kod filtra 85. Jedino je mired nešto veći: plus 131⁸⁸.

Također se smatra da je filter 85B pogodniji kao konverzijski filter za većinu preokretnih materijala (uključujući i dijapozitive), dok se za negativske materijale obično češće rabi filter 85.



$$85 + ND 0.6 = 85N6$$

U snimateljskoj praksi često se primjenjuju i kombinacije konverzijskih filtara s neutralnim filterima (ND) različite gustoće.

⁸⁷ U starijim izvorima ponekad se navodi i mired vrijednost 120 ili 125.

⁸⁸ Prema starijim izvorima ponekad se navodi i mired vrijednost 145.

Kodak Wratten 85C⁸⁹: sličan filtrima 85 i 85B, ali s nešto nižom mired vrijednošću: plus 100. Daje slici ponešto hladniji ton, što će kod *Eastman* negativa za naš europski ukus biti ugodno. Korekcija osjetljivosti jednaka je kao i kod dva prethodna filtra.

Kodak Wratten 80B: konverzijski filter koji se rjeđe rabi u profesionalnoj praksi. Njegova mired vrijednost iznosi minus 112⁹⁰, a boje je tamnoplave. Iz toga je vidljivo kako se radi o filtru čije je djelovanje polarno filtru 85. Zbog svoje gustoće apsorbira dosta svjetla. Ekspoziciju treba produžiti za 1 2/3 blende. Stavljaju se pred objektiv samo kad se s materijalom senzibiliziranim za dnevno svjetlo snima pri umjetnom svjetlu (3200 K), što će u profesionalnoj praksi biti veoma rijetko. No, zato taj filter svoju veliku primjenu nalazi pri konverziji boje svjetla. Izveden u obliku velikih želatinskih folija, ili staklenih *dikroitskih filtara*⁹¹, postavlja se pred rasvjetna tijela sa žarnom niti. Filtrirajući njihovo svjetlo (3200 K), čini ga sličnim dnevnim svjetlu (5000 K).

Kodak Wratten 80A: vrlo je nalik bojom i uporabom filtru 80B, osim što je još gušći. Produženje ekspozicije, odnosno pomicanje osjetljivosti, pune je 2 blende. Također se često primjenjuje za konverziju boje svjetlosnih izvora, jer umjetno svjetlo (3200 K) konvertira u dnevno (5500 K). Ovim popisom bila bi iscrpljena lista konverzijskih filtara za snimanje na normalnim negativskim materijalima.

Korekcijski filtri

Filtri za balansiranje boje svjetla, ili korekcijski filtri, posebni su filtri koji uistinu vrlo rijetko trebaju. Kod snimanja na negativskom materijalu uglavnom su nepotrebni, jer sve što se s njima može postići, može se još bolje i sigurnije obaviti u laboratoriju. Jedino ako se snima na preokretnom materijalu, može se kadikad ukazati potreba za njima, ali samo ako su u pitanju neki posve osobiti efekti, ili ako se snima pod svjetlosno vrlo nepovoljnim okolnostima. Isti se filtri izrađuju i kao velike folije za filtriranje svjetlosnih izvora koji ne odgovaraju temperaturi boje za koju je određeni materijal senzibiliziran.

Budući da su svi profesionalni materijali senzibilizirani za umjetno svjetlo od 3200 K, u tablici su navedene vrijednosti s kojih neki filter povisuje, odnosno snizuje temperaturu boje svjetla na 3200 K. (Na primjer: ako je neki izvor svjetla od 2800 K, a snima se na materijal od 3200 K, pred izvor svjetla stavlja se folija # 82C.)

Tabela 5.
Kodak Wratten filtri za balansiranje svjetla (korekcijski filtri).

FILTAR	produženje ekspozicije	mired	pomicanje temperature boje	
			od	do
81	1/3	+ 9	3300 K	3200 K
81A	1/3	+ 18	3400 K	3200 K
81B	1/3	+ 27	3500 K	3200 K
81C	1/3	+ 35	3600 K	3200 K
81D	2/3	+ 42	3700 K	3200 K
81EF	2/3	+ 52	3850 K	3200 K
82	1/3	- 10	3100 K	3200 K
82A	1/3	- 21	3000 K	3200 K
82B	2/3	- 32	2900 K	3200 K
82C	2/3	- 45	2800 K	3200 K

Tabela iz koje se lako može vidjeti koliko iznosi pomicanje boje za svaki pojedini *Wrattenov* filter za balansiranje svjetla. Uočljivo je da postoje dvije grupe filtara: ružičasti s pozitivnom mired vrijednošću i plavkasti s negativnom.

Ako se želi postići još veće pomicanje temperature boje, mogu se kombinirati po dva i više filtara, ali, dakako, samo iz iste grupe. Jasno je da bi se dva filtra iz protivnih grupa jednostavno potirala.

Možda bi među korekcijskim filtrima trebalo posebno istaći **Kodak Wratten 81EF**. Pogodan je za postizanje noćnih snimaka na dnevnom svjetlu (postupak znan pod nazivom *dan za noć*), odnosno za postizanje veoma hladnoga tona⁹².

Mired mu vrijednost iznosi plus 52, a ekspoziciju treba produžiti za 2/3 blende.

Ako se rabi za noćne efekte, ekspoziciju ne treba produžavati.

Osim navedenoga, taj je filter dragocjen za snimanje prirodnih enterijera pri dnevnom svjetlu, pogotovo onih tamno obojenih. U takvim enterijerima svjetlo koje dolazi kroz prozore reflektira se od tamnih, obično smeđih zidova, i njegova temperatura boje pada s normalnih 5600 K na oko 4000, kadšto i manje.

Uporabom toga filtra sprečava se pretopla, kadšto i neprirodno crvena dominanta slike.

Nakon što smo razmotrili osnovne čimbenike koji odlučuju o ispravnoj reprodukciji boje i dobili za svaki od njih odgovarajuće vrijednosti u *miredima*, pokušajmo iz svega izvući praktičnu korist. Poslužit ćemo se primjerima:

1. Snimamo na materijalu tipa D (dnevno svjetlo), koji ima mired vrijednost 180.
Snimamo na dnevnom svjetlu, po suncu i čistom plavom nebu. Za taj slučaj treba u tabeli naći njegovu mired vrijednost koja iznosi također 180. Odbijemo li 180 od 180 rezultat je nula, što znači da nikakav filter ne treba stavljati pred objektiv.
2. Opet snimamo na materijalu tipa D, ali ovaj put kod ranog jutarnjeg svjetla, nastavljajući scenu započetu jučer, a pod uvjetima navedenim u primjeru 1. Iz tabele saznajemo da rano jutarnje svjetlo ima mired vrijednost 230, a materijal na kojem snimamo 180. Veći broj se ne može odbiti od manjeg bez posljedice, a to je negativan predznak, u ovom slučaju -50. U tabeli filtara pronaći ćemo da mired vrijednost od -50 ima filter 82C. Upotrijebivši taj filter možemo biti sigurni da će materijal, ovako snimljen, imati isti kolor balans kao i onaj snimljen prošloga dana, ali pod drugim svjetlosnim okolnostima.
3. Snimamo na materijalu tipa D, 180 mireda pri svjetlu žarulja od 3200 K ili 310 mireda. Opet odbijamo vrijednost svjetla od vrijednosti materijala i dobivamo -130. Filtrom 80A dobivamo potrebni pomak temperature boje svjetla.
4. Snimamo na materijalu tipa B. Vrijednost: 310 mireda. Svjetlo sunčano, podne. Vrijednost 180 mireda. Odbijanjem vrijednosti svjetla od vrijednosti materijala, dobivamo mired vrijednost potrebnog filtra: +130. U tabeli ta vrijednost odgovara filteru 85B.
5. Snimamo i dalje na materijalu tipa B, ali ovaj put kod umjetnog svjetla, koje ima nižu temperaturu boje od željene (uslijed pada napona) - samo 2800 K. Iz tabele saznajemo da je to ravno 360 mireda. I opet odbijamo vrijednost svjetla od vrijednosti materijala da bismo dobili vrijednost filtra. Ako odbijemo 360 od 310 dobit ćemo -50, a to je vrijednost filtra 82C.

No, dosta je primjera.

⁸⁹ Noviji *Kodakovi* izvori umjesto njega spominju filter 85D, mired vrijednosti 81, koji zahtijeva korekciju od samo 1/3 blende.

⁹⁰ Prema starijim izvorima ponekad se navodi i mired vrijednost -130.

⁹¹ Uobičajeni filteri djeluju selektivnom apsorpcijom svjetla (ovisno o svojoj boji dio svjetlosnog spektra propuštaju, a dio apsorbiraju). *Dikroitski filteri* djeluju na principu selektivne refleksije svjetla, što znači da ovisno o vlastitoj boji dio svjetlosnog spektra propuštaju, a dio reflektiraju.

⁹² Da ne bi bilo zabune: filter 81 EF pozitivne je mired vrijednosti i ružičaste je boje. No, kako se snima po danjem svjetlu, a na materijalu senzibiliziranom za umjetno svjetlo, hladni ton slike posljedica je toga što je mired vrijednost filtra 81 EF (52 mireda) nedostatna za punu konverziju boje svjetla. (Za to bi bio potreban 131 mired, što ima konverzijski filter 85B).

Filter 81 EF u ovom slučaju jednostavno čini sliku nešto manje plavom nego što bi ona bila snimanjem bez ikakvog filtra.

mired filtra = mired filma – mired svjetla

Važno je zapamtiti sljedeće: uvijek valja odbijati vrijednost svjetla od vrijednosti materijala u miredima, a nastala razlika daje vrijednost filtra, također u miredima. Naravno, ne smije se zaboraviti na pozitivni ili negativni predznak!

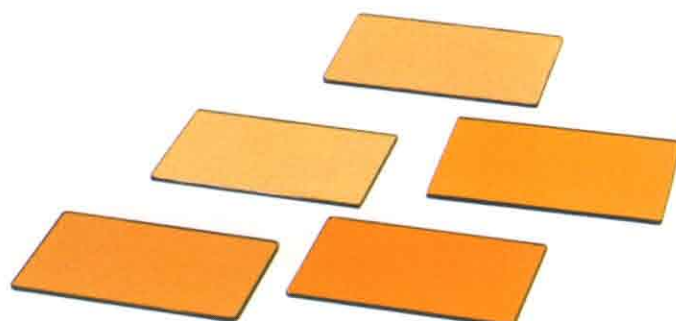
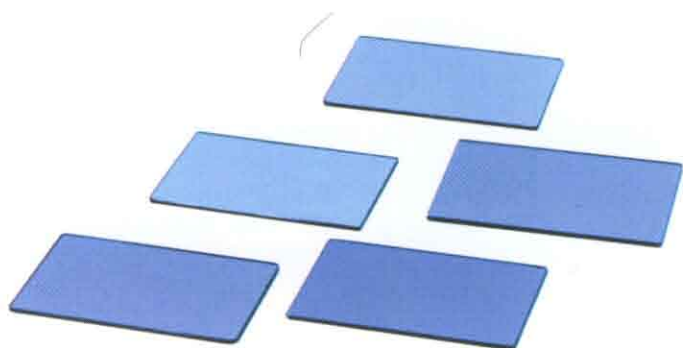
Sve nam ovo pokazuje kako kod crno-bijelih materijala filtri služe da bi se njima pokvarila senzibilizacija, da bi se od dobrog, pankromatskog materijala, jednako osjetljivog na sve boje, napravio materijal na neke boje osjetljiviji, a na druge manje osjetljiv. Kod kolora, naprotiv, filtri služe (osim u posebnim situacijama), jedino da dovedu u sklad senzibilizaciju materijala i svjetlo pod kojim se snima, te na taj način učine reprodukciju boje što vjernijom. Iznimno se mogu neki filtri rabiti za posebne kolorističke efekte, za tzv. "divlje" pomake boja.

Iznimka je jedino **Kodak Pola screen**, polarizacijski filtar za posebne efekte. Rabi se osobito za potamnjanje plavog neba i postizanje dramatskih efekata na kolor-materijalima. Ima jednoličnu apsorpciju u cijelom vidljivom spektru, gustoća mu je 0.4, što znači da blendu treba otvoriti za 1 1/3 stupnja.

Tabela 6.

Usporedna tablica sastavljena na osnovi podataka proizvođača profesionalnih filtara: pregled *Kodak Wratten* filtara i kolor-filtara približnih karakteristika drugih proizvođača.

KODAK Wratten	mired	povećanje ekspozicije	Hama / Hoya	B+W	Nikon	Harrison & Harrison	Cokin	Hasselblad	Agfa Gevaert	Fuji
81	+ 9	+ 1/3 blende		KR 1,5		C 1/8		CR 1,5	CTO 1B	LBA 1
81 A	+ 18	+ 1/3 blende	KR 2	81 A	A 2	C 1/4	026			LBA 2
81 B	+ 27	+ 1/3 blende	KR 2,5	81 B			027		CTO 2B	LBA 3
81 C	+ 35	+ 1/3 blende	KR 3	KR 3		C 1/2	028	CR 3		
81 D	+ 42	+ 2/3 blende								LBA 4
81 EF	+ 52	+ 2/3 blende	KR 6	KR 6		C 1	037	CR 6	CTO 4B	
85 C	+ 81	+ 1/3 blende	KR 9			C 2	(A) 031			LBA 8
85	+ 112	+ 2/3 blende	KR 12	KR 12	A 12	C 4	(A) 029	CR 12	CTO 8B	LBA 12
85 B	+ 131	+ 2/3 blende	KR 15	KR 15			(A) 030		CTO 12B	
	+ 192	+ 1 1/3 blende							CTO 16B	
86	+ 240	+ 1 1/3 blende							CTO 20B	
82	- 10	+ 1/3 blende		KB 1,5		B 1/8		CB 1,5	CTB 1	LBB 1
82 A	- 21	+ 1/3 blende	KB 2		B 2	B 1/4			CTB 2	LBB 2
82 B	- 32	+ 1/3 blende	KB 3	KB 3		B 1/2	024	CB 3		LBB 3
82 C	- 45	+ 2/3 blende	KB 6	KB 6		B 1		CB 6	CTB 4	LBB 4
80 D	- 56	+ 1/3 blende								
80 C	- 81	+ 1 blenda	KB 9		B 8	B 2	022			LBB 8
80 B	- 112	+ 1 2/3 blende	KB 12	KB 12	B 12		021	CB 12	CTB 8	
80 A	- 131	+ 2 blende	KB 15	KB 15			020		CTB 12	LBB 12
	- 192	+ 3 blende							CTB 16	
78	- 240	+ 2 blende		KB 20					CTB 20	



ednosti
redima.

pokva-
etljivog
etljiv.
dovedu
i učine
e kolo-

. Rabi
kolor-
mu je

Fuji

A 1
A 2
A 3
A 4
A 8
A 12

1
2
3
4
8
12

8. Zaključni dio

Bibliografija

Cinematographer's Field Guide, Kodak Motion Picture Camera Films (Kodak Publication No. H-2), Rochester: Eastman Kodak Company, 1997. /ISBN 0-87985-749-8/

Eastman Professional Motion Picture Films (Kodak Publication No. H-1), Rochester: Eastman Kodak Company, 1992. /ISBN 0-87985-477-4/

Filmska enciklopedija 1, 2 (urednik Ante Peterlić), Zagreb: Jugoslavenski leksikografski zavod "Miroslav Krleža", 1986., 1990.

Opća enciklopedija, Zagreb: Jugoslavenski leksikografski zavod, 1977.-1988.

Photographic Theory for the Motion Picture Cameraman (Editor Russell Campbell), London: A. Zwemmer Limited, and New York: A.S. Barnes & Co., 1970.

Practical Motion Picture Photography (Editor Russell Campbell), London: A. Zwemmer Limited, and New York: A.S. Barnes & Co., 1970.

Precise Color Communication, Color Control from Feeling to Instrumentation, Osaka: Minolta Camera Co., Ltd. , 1988 (PCC 812E-E2 9242-4802-01).

The Focal Encyclopedia of Film & Television Techniques (General Editor Raymond Spottiswoode), London & New York: Focal Press, 1969.

The Focal Encyclopedia of Photography, Volume 1-2, London & New York: Focal Press, 1965.

Albers, Josef, *Interaction of Color*, New Haven and London: Yale University Press, 1971.

Clulow, Frederick W, *Colour - Its Principles and Their Applications*, London: Fountain Press, 1972.

Coe, Brian, *Color Photography: The first hundred years 1840-1940*, London: Ash & Grant Ltd., 1978.

Despot, Nikola, *Svjetlo i sjena*, Zagreb: Tehnička knjiga, 1966.

Feininger, Andreas, *The Complete Colour Photographer*, London: Thames and Hudson, 1969.

Gekeler, Hans, *DuMont's Handbuch der Farbe: Systematik und Ästhetik*, Köln: DuMont, 1988. /ISBN 3-7701-2111-2/

Hedgecoe, John, *The Art of Colour Photography*, London: Mitchell Beazley Publishers Limited, 1978.

Itten, Johannes, *Kunst der Farbe*, Ravensburg: Otto Maier Verlag, 1970.

Klaić, Bratoljub, *Rječnik stranih riječi*, Zagreb: Nakladni zavod Matice Hrvatske, 1985.

Krleža, Miroslav, *Banket u Blitvi*, Zagreb: Zora, 1964.

Krleža, Miroslav, *Zastave*, Zagreb: Zora, 1967.

Leonardo da Vinci (urednik Mladen Machiedo), *Quadriofolium*, Zagreb: Grafički zavod Hrvatske, 1989.

Luckiesh, M., *Visual Illusions*, New York: Dover Publications, Inc., 1965.

Makluan, Maršal, *Poznavanje opština - čovekovih produžetaka*, Beograd: Prosveta, 1971. (prema izvorniku: McLuhan, Marshall, *Understanding Media: The Extensions of Man*, 1964).

Mante, Harald, *Farb-Design (in der Fotografie)*, Ravensburg: Otto Maier Verlag, 1970.

Mante, Harald, *Farbe und Form*, München: Verlag Lanterna Magica, Joachim F. Richter, 1977.

ndon: Mehnert, Hilmar, *Die Farbe in Film und Fernsehen*,
Leipzig: VEB Fotokinoverlag, 1974.

Meier, Friedrich P. H., *Filmhandbuch - Eine vereinfachte
Darstellung der Grundlagen, Verfahren und Probleme der
Kinematografie unter besonderer Berücksichtigung des
Fernsehns*, München: DDK-Verlag I. Weber, 1976.

Müller, Conrad G. and Rudolph, Mae, *Svjetlost i vid*,
Zagreb: Mladost, Ljubljana: Mladinska knjiga i Beograd:
Zavod za udžbenike i nastavna sredstva SR Srbije, 1972.
(prema izvorniku: Müller, Conrad G. and Rudolph, Mae and
Editors of Time-Life Books, *Light and Vision*,
United States: Time Inc., 1969).

Pavlović, Zoran, *Svet boje*,
Beograd: Turistička štampa, 1977.

Plaževski, Ježi, *Jezik filma II deo*, Beograd: Institut za film,
1972. (prema izvorniku: Plažewski, Jerzy, *Język filmu*,
Warszawa: Wydawnictwa artystyczne i filmowe, 1961).

Salt, Barry, *Istorija, tehnologija i stil filma*
(skripta za studente FDU),
Beograd: Grupa za filmsku i televizijsku montažu, 1986.

Sargent, Walter, *The Enjoyment and Use of Color*,
New York: Dover Publications, Inc., 1964.

Spencer, D.A., *Colour Photography in Practice*,
London and New York: The Focal Press, 1969.

Spencer, D. A., *The Focal Dictionary of Photographic
Technologies*, London & New York: Focal Press, 1973.

Šmok, Ján; Pecák, Josef; Tausk, Petar, *Barevna fotografie*,
Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1975.

Tanhofer, Nikola, *Filmska fotografija*,
Zagreb: Filmoteka 16, 1981.

Tanhofer, Nikola, *O boji, Građa za V. i VI. semestar studija
Filmskog snimanja* (skripta),
Zagreb: Akademija kazališne i filmske umjetnosti, 1974.

Tanhofer, Nikola, *O boji, Hrvatski filmski ljetopis*, god. 3
(1997.), br. 12, str. 81-102,
Zagreb: Hrvatski filmski savez, 1997.
/UDK 791.43:535 778.6/

Trstenjak, Anton, *Čovek i boja*, Beograd: Nolit, 1987.
(prema izvorniku: Trstenjak, Anton, *Človek in barve*,
Ljubljana: Univerzum, Dopisna delavska univerza, 1978.).

Sažeci poglavlja

1. Osnovni pojmovi

U prvom eseju skicirana je povijest fotografije i kinematografije u boji. Objašnjen je spektar, priroda svjetla, te osnovni atributi boje. Spomenute su osobe i tehnološki koraci koji su doveli do današnjeg načina registriranja kinematografske slike u boji.

2. Nastanak boja

Čovjek gleda okom i mozgom. Doživljaj boje objašnjava se trikromatskom teorijom gledanja.

U fizičkom smislu boja može nastati *aditivnom sintezom*, znači zbrajanjem obojenih svjetlosnih snopova u različitim omjerima. Kombiniranjem različitih intenziteta pogodno odabranih izvora svjetla, moguće je dobiti svaku boju spektra. Aditivnom sintezom nastaje npr. slika u boji na zaslonu televizora ili računala.

Suptraktivna sinteza znači stvaranje boje oduzimanjem pojedinih komponenata iz bijelog svjetla. Kad od bijelog svjetla kinoprojekcijske lampe obojena filmska sličica oduzme neke komponente, ostatak vidimo kao projiciranu filmsku sliku u boji.

3. Međusobno djelovanje boja

Nema lijepih i ružnih boja - ima lijepih i ružnih kombinacija. Kao što postoje lijepa suzvučja u glazbi, tako postoje i oku ugodne kombinacije boja.

Djelovanje svake boje ovisno je ili o boji pozadine ili o susjednoj boji. Tek odnos boje i njezine okoline dovodi do osjećaja da je ona ili lijepa ili oku neugodna. Oko voli ravnotežu, a ravnoteža nastaje kada je vidni aparat pobuđen nekom bojom i njezinim komplementarom.

Odavno su ljudi tražili način kako odrediti ugodne kombinacije, pa je tako nastala *kružna paleta boja*. Na suprotnim su stranama kružne palete boja komplementarni parovi. Međusobno pomiješani, oni daju neutralnu - neboju.

4. Sistematizacija boja

Boje se mogu složiti u neki sustav prema raznim kriterijima. Ako za kriterij uzmemo nastajanje boja, *sintezu*, onda poznamo *aditivne* i *suptraktivne* primare.

Psihološki primari su oni koji se našem doživljaju boje čine temeljni, a to su oni koji mogu imati jasno prepoznatljiv komplementar (crvena - zelena, plava - žuta, crna - bijela).

Slikari od nekoliko boja stvaraju na platnu sve ostale. Temeljne boje koje rabe slikari nazivamo *slikarskim primarima*.

Kod analize likovnih djela gledamo na slikarske primare, na boje koje nastaju miješanjem primara (sekundari), te na boje nastale miješanjem sekundara (tercijari). Svaka od ovih grupa boja kod promatrača stvara drukčije psihološke efekte. Njihove kombinacije, ovisno o veličini, obliku i površinskoj zastupljenosti na slici, daju nam više ili manje ugodan (harmoničan) dojam.

5. Harmonija boja

Do sada je čitatelj kroz tekst upoznao osnovne pojmove znanosti o boji, pa je lakše govoriti o *harmoniji*, skladu dijelova neke cjeline. Sklad, međutim, osjećamo - teško ga je definirati ili znanstveno odrediti.

Poput doživljaja glazbe, i doživljaj boje je subjektivni doživljaj. Teško ga je mehanički ili matematički objašnjavati. Autor je uspio vrlo nadahnuo postaviti usporedbe s glazbom. Kao i kod kombiniranja nota, mogućnosti su kombiniranja boja na slici neizmjerne, ali zna se da određene efekte stvaraju samo pojedine kombinacije. Bojena suzvučja, harmonični dvozvuci, trozvuci, miješani trozvuci i njihov psihološki učinak objašnjeni su kroz tridesetak slika velikih majstora slikarstva i majstora filmske kamere, te kroz fotografske radove studenata snimanja Akademije dramske umjetnosti u Zagrebu.

6. Kompozicija

Kako kontrolirati boje u smislu njihove prostorne uravnoteženosti unutar okvira slike?

Odgovori su pruženi kroz analize slika Renoira i Toulouse-Lautreca.

U filmu je komponiranje boja teže nego u slikarstvu, jer je sadržaj kadra dinamičan.

Kroz niz kadrova snimatelja S. Nykvista vidi se kako odabir boja kostima i scenografije može značajno pridonijeti dramaturgiji filma, ili atmosferi kadra.

7. Reprodukcija boje

Posljednja cjelina knjige sistematizira temeljne tehničke pojmove (senzibilizacija filma, temperatura boje svjetla, konverzijski i korekcijski filtri). Tek međusobnim usklađivanjem karakteristika filma i rasvjete postižu se uvjeti za dobru reprodukciju boja.

Kako su karakteristike filma i rasvjete uglavnom nepromjenjive, međusobno ih usklađujemo raznim vrstama filtara.

Kroz nekoliko tablica i računskih primjera autor nas vodi na put ispravne reprodukcije boja na filmu.

Summary

Basic terms

The first chapter sketches the history of colour photography and colour films. It explains the spectrum, the nature of light and the basic attributes of colour. It gives a survey of people and technological steps that led to today's method of registering the motion picture in colour.

Chapter 2

Colour mixing processes

People look with the eye and with the brain. The sensation of colour is explained with the trichromatic theory of colour vision.

From the aspect of physics, colour can result from *additive colour mixing*, which means the addition of light beams in various proportions. Any colour of the spectrum can be produced by combining various intensities of suitably chosen light sources. The colour image on the television or computer screen, for example, results from additive colour mixing.

Subtractive colour mixing means creating colours by subtracting components from white light. When the colour dye of film frame subtracts some components of the projection lamp white light, we see what remains as the projected film image in colour.

Chapter III

Colour interaction

There are no beautiful and ugly colours - there are beautiful and ugly combinations. Just as there are beautiful chords in music, so there are colour combinations that please the eye. The effect of a colour depends either on the colour of the background or on the adjacent colour. The feeling that a colour is beautiful or unpleasant to the eye results from the relationship between the colour and its surrounding. The eye likes balance, and balance is achieved when the eye's mechanism is sensitised by a colour and its complementary.

For a long time people sought for a way to determine pleasant combinations, and this resulted in the *colour circle*. Complementary pairs of colours are placed on the opposite sides of a circle. Mixed with one another, they are neutral.

Chapter 4

Colour classification

Colours can be classified according to various criteria. If we use the origin of the colour, its *synthesis*, as the criterion we get *additive* and *subtractive* primary colours. *Psychological primaries* are those that seem basic for our sensation of colour, and they are the ones that have a clearly recognisable complementary (red - green, blue - yellow, black - white).

Painters use several colours to create all the others on their canvas. We call the basic colours used by painters *artists' primaries*.

In analysing works of art we consider the artists' primaries, the colours that result from mixing the primaries (secondary colours), and the colours that result from mixing the secondary colours (tertiary colours). Each of these groups of colours has different psychological effects on observers. Their combinations, depending on size, shape and position within the frame, give a more or less pleasant (harmonious) impression.

Chapter 5

Colour harmony

The preceding text acquainted the reader with basic concepts from the science of colours, making it easier to discuss *harmony*, the accord between the parts of a whole. However, accord is something we feel, it is difficult to define or determine scientifically.

Like the experience of music, and experience of colour is also subjective. It is difficult to explain it mechanically or mathematically. The author has made a very inspired comparison with music. Like in combining notes, the possibilities of combining colours on a painting are immeasurable, but only particular combinations are known to produce particular effects.

Colour chords, harmonic diades, triades, mixed triades and their psychological effects are explained through an analysis of about thirty paintings by great masters, photographers, and masters of the motion picture photography.

Chapter 6

Colour composition

How to control colours in the sense of their spatial balance within the frame of the painting?

An analysis of paintings by Renoir and Toulouse-Lautrec offers answers. In motion pictures it is more difficult to compose colours than on paintings, because the content of the frame is dynamic. A series of stills from camerawork of S. Nykvist shows how choosing the costume colour and the set design colour can greatly contribute to the dramatics of the film, or the atmosphere of the shot.

Chapter 7

Colour reproduction

The last part of the book classifies the basic technical concepts (film sensitisation, colour temperature, conversion and correction filters). Good colour reproduction can only be achieved by balancing film and lighting characteristics. Since these are usually unchangeable, we balance them by using various kinds of filters. The author gives several tables and calculations examples to show how to accomplish correct colour reproduction on films.

Contents

Introduction (Contents, Preface)

- 1. Basic terms** (Colour or black and white, Flash-back, Differentiating of colours and colour vocabulary, What is colour, Attributes of colour (colour terminology), The Munsell system of colour classification, What is light, White light, Spectrum of white light).
- 2. Colour mixing processes** (Origin of colours, Trichromatic theory of colour vision, Additive colour mixing, Subtractive colour mixing).
- 3. Interaction of colours** (About interaction of colours, Afterimage, Adaptation to colour and to the intensity of illumination, Interval, Interaction between colour and its background, Complementary colours).
- 4. Colour systematisation** (Colour systematisation, Primary colours, Secondary colours, Tertiary colours, Brightness of pure colours, Consonances of colours, Complementary pairs).
- 5. Harmony of colours** (Harmony of colours, Simultaneous colour effect, Adjacent colours effect, Complementary colour effect, Harmonious triades of colours, Triades of primary colours, Triades of secondary colours, Triades of tertiary colours, Four-part harmonies of colours, Mixed triades of primary and secondary colours, Expressive effect of quantity, Stereoscopic effect of colour).
- 6. Composition in colour** (Colours under control, 'Sharp' and 'unsharp' colours, Styles of the great masters of painting, Style of Sven Nykvist, Induced colours, Relation between illuminance and colour saturation).
- 7. Reproduction of colour** (Reproduction of colour, Film testing, Colour temperature, Kelvin scale, Mired, Standard black body, Measuring colour temperature (in practice), Colour reproduction in photography, Colour sensibilisation of films, Light sources, Colour temperature and the mains voltage, 'Cold' and 'warm' light, Filters for colour photography).
- 8. Final chapter** (Bibliography, Summary in Croatian, Summary in English, Contents in English, Index of terms, Index of names and film titles).

Kazalo pojmova

A

aberacija, kromatska 89

adaptacija

adaptacija na boju 41, 111
adaptacija na svjetlo 41
automatska adaptacija 41

adicija / aditivan / aditivni vidi → *miješanje boja*

aditivna analiza 14, 34, 35
aditivne boje 14, 32, 34, 35, 45, 50, 51
aditivni filtri 16, 34, 35
aditivno miješanje boja 14, 32, 34, 35, 45, 50, 51
aditivno načelo 15
aditivni primari 34, 35
aditivni postupak, dvobojni 16
aditivni postupak, trobojni 14, 16
aditivna sinteza 15, 34, 35
aditivni sustav 14

Agfacolor 17

analiza boja vidi → *miješanje boja*

apsorpcija

apsorpcija filtara 16, 120, 122
apsorpcija svjetla 16, 25, 26, 32, 33,
44, 110, 120-122

asimilacija 39

atributi boje 21

B

bijelo 21, 42, 44, 45, 51, 53, 106

psihološko djelovanje bijelog 73
bijelo svjetlo 111

boja / boje 10, 18, 19, 21, 38, 39, 40, 42, 46, 60, 61

adaptacija na boju 41, 111
aditivne boje 14, 32, 34, 35, 45, 50, 51
agresivne boje 53, 55, 72
akromatske boje 21
atributi boje 21
boja kao mješavina valnih dužina 33
boja kao optički fenomen 20
boja neona 32
boja svjetla vidi → *svjetlo, boja*
boja u znanosti o jeziku 18
boje spektra vidi → *spektar*
CMY (cyan, magenta, yellow) 32, 34-36, 50, 51, 113
crno 18, 20, 21, 43, 53, 73, 106, 110, 111
crveno
psihološko djelovanje crvenog 71, 72
četverozvuci boja, harmonični 84
čistoća boja 21, 42, 43
definicija boja 90
definiranje boja 22

dobrovoljna boja 11

dominantna boja 105

doživljaj boja 20, 28, 42, 51

dramaturška funkcija boja 10

ekspresivnost boja 11

eliminacija boja 12

harmonične boje 42, 51 vidi → *harmonija boja*;
suzvučja boja

hladne boje 20, 30

imenovanje boja 18, 19, 21, 50, 52, 71

inducirane boje 90

intenzitet boja 39, 43

interval boje 42

klasifikacija boja 21-23, 28, 50

kodiranje boja 40

kombinacije boja 60, 61, 63-65, 67, 71,
84, 85, 90, 94

komplementarne boje 11, 19, 21, 30, 34-36, 39,
42-47, 51, 53, 56, 57, 63, 66-69, 71, 73, 75, 84, 85,
90, 95, 96

komplementarni učinak boja 63, 66-69, 76

kompozicija boja 30, 60, 90

konsonance boja 42 vidi → *suzvučja boja*

kontrast boja 11

kontrolirane boje 62, 94, 95, 105

kromatičnost boje 21

kromatska boja 21

kromatska kvaliteta boje 21, 95

krug boja 22, 23, 44-47, 50, 53, 54, 57, 60, 70, 71,
75, 80, 84, 85, 88

lijepa boja 38

lokalna boja 42, 43

međusobno djelovanje boja 38

miješanje boja 34-36

aditivno miješanje boja 14, 32, 34, 35, 45,
50, 51

miješanje pigmenata i bojila 32, 44-46,
50-55, 70-85

sukcesivno miješanje boja 16

suptraktivno miješanje boja 14, 16, 17,
32, 25, 35, 36, 45, 50, 51

monokromatska boja 60, 64, 85, 94, 98, 102

nalič 19, 26

nastanak boja 32, 34, 50

nazivi boja 18

neboja 21, 39, 43, 52, 64

neosjetljivost za boje 18, 33

neoštre boje 90

neprirodne boje 10

nezasićene boje 20, 21

opažanje boje 51

osjećaj boje 20

osjet boje 33, 39, 40, 91

osjetljivost na boje 40

oštre boje 90

paleta boja

desetodijelna kružna paleta boja 47

dvadesetodijelna kružna paleta boja 22, 23

dvanaestodijelna kružna paleta boja 46,
54, 57, 70, 71, 75, 84

Goetheova kružna paleta boja 45, 50

- Harrisova kružna paleta boja 44
 Ittenova kružna paleta boja 45, 46, 53
 kružna paleta boja 22, 23, 44-47, 50, 53,
 54, 57, 60, 70, 71, 75, 80, 84, 85, 88
 Munsellova kružna paleta boja 47
 šestodijelna kružna paleta boja 45
 trokutasta paleta boja 50, 52-55, 60, 71, 80
- percepcirane boje 33, 38-40, 71
 podloga boje 39, 42, 43, 88-90
 površina boje 56, 57, 66, 68, 69, 86, 111
 pigmentne boje 21, 32, 52
 prepoznavanje boje 40
 primarne boje, primari 34-36, 44, 46, 50-55, 61,
 69-74, 76, 80, 81, 85, 94, 95, 100, 106, 107
 aditivni primari 34, 50-52
 fizikalni primari 51, 52
 kemijski primari 51, 52
 likovni primari 51-53
 psihološki primari 51
 psihološko djelovanje primara 71-73
 slikarski primari 50-52
 suptraktivni primari 35, 36, 50-52
 umjetnički primari 51
- psihološko djelovanje boja 71-73, 75-76, 80
 rastavljanje boja 71, 75, 84
 razlikovanje boja 18
 reprodukcija boja 13, 14, 17, 23, 29, 32, 41, 82, 90,
 96, 103-122
 RGB (red, green, blue) 32, 34-36, 50, 51
 ružne boje 38
 saturacija boja vidi → *zasićenost boja*
 sekundarne boje, sekundari 50, 54, 55, 71, 75-81,
 85, 95, 100
 psihološko djelovanje sekundara 75, 76
 trozvuci sekundara 71, 75-79, 85, 95
- simultani učinak boja 43
 sinteza boja vidi → *miješanje boja*
 sistematizacija boja 50, 51, 91
 siva boja, sivo 18, 19, 21, 44, 45, 53, 55-57, 63, 70,
 71, 73
 neutralno sivo 43, 80, 106
 osjet sivog 44
 psihološko djelovanje sivog 73
 referentno sivo 70
 siva ploha 40
 sivi (neutralni, ND) filtri 119
 sivi klin 106-108
 srednje sivo 39, 40, 43, 57, 71
- slijepi na boje 33
 slikarske boje 18, 51-53
 smisao za boje 18
 spektralne boje 21, 28, 29, 50, 80
 stereoskopski učinak boje 30, 88, 89
 suptraktivne boje 35, 36, 50-52
 suzvučja boja 42, 50-57
 četverozvučna suzvučja boja 84
 dvozvučna suzvučja boja 66-69, 71, 90, 95
 trozvučna suzvučja boja 70-73, 85, 90, 95
- svjetloća boja, luminancija 21-23, 34, 42, 43, 56,
 57, 86
 šarene boje 72
 što je boja 18, 19
 temperatura boje svjetla 41, 82, 105, 106, 109-121
 tercijarne boje, tercijari 50, 55, 60, 62, 71, 74, 76,
 80-83, 85, 94, 95, 98-99
 psihološko djelovanje tercijara 80
 trozvuk tercijara 80-83
- tonalnost boja, bojeni ton 21
 tonovi boja 18, 19
 tople boje 20, 30
 trokut boja, devetodijelni 50, 52-55, 60, 71, 80
 trozvuci boja, harmonični 70-83, 85
 trozvuci primara 71-74, 85
 trozvuci sekundara 71, 75-79, 85, 95
 trozvuci tercijara 80-83
- tvarna boja 18, 52
 učinak boja
 komplementarni učinak boja 63, 66-69, 76
 simultani učinak boja 39, 43, 63, 73, 74
 stereoskopski učinak boja 30, 63, 72, 88,
 89
 učinak bliskih boja 63-65
 učinak trozvuka 63, 70-83, 85
 učinak količine 63, 66, 69, 86, 87
- vrsta boje 21
 zagasite boje 43
 zasićene boje 20, 63, 64, 69
 nezasićene boje 20, 21
 zasićenost boja, saturacija 21-23, 42, 53, 91, 105
- bojenje 18
 bojenje rukom 16
 bojenje metodom šablone 16
 kompjutorsko bojenje 11
 obojeno c/b 11
 stroj za bojenje 16
- bojila 20, 45, 108
- bipak* film 17

C

Cinacolor 16

CMY (cyan, magenta, yellow) 32, 34-36, 50, 51, 113
 vidi → *miješanje boja, suptraktivno*

color / colour

Agfacolor 17

Cinacolor 16

Dufaycolour 16

Eastman Color 17

Gasparcolor 17

Gossen Colormaster 113

Kinacolor 16

Kodacolor 16

Les Couleurs en Photographie 14

Kazalo pojmova

Minolta Color Meter 113
Opticolor 16
Pathécolor 16
Prizmacolor 16
Raycolor 16
Technicolor 16, 17

crno 18, 20, 21, 43, 53, 73, 106, 110, 111

crno tijelo 110, 111, 116, 119

crno-bijelo (c/b) 10, 11
c/b film 33, 107, 109, 119, 122
c/b fotografija 10
c/b kostimi 98, 101
c/b oko 11
c/b pankromatska emulzija 12, 16
c/b postupak 46
c/b sjene 16
c/b slika 10, 13, 16, 61
c/b snimanje 12, 13, 119
c/b tehnika 11, 60
c/b tonovi 11-13
filtri za c/b fotografiju 12, 119
obojeno c/b 11

crveno
psihološko djelovanje crvenog 71, 72

crno 18, 20, 21, 43-45, 51

Č

četverozvučna suzvučja boja
(četverozvuci boja, harmonični) 84

čistoća boje 21, 42, 43

čunjići (u oku) 33, 40, 91

D

daltonizam 18, 33

definicija 90 vidi → *rezolucija, razlučivost*

difrakcija 25

dijapozitivi 14, 15, 119

disimilacija 39

dodavanje (boja bijelom svjetlu) vidi → *miješanje boja, aditivno*

dominanta, veo 30, 41, 43, 91, 113, 118, 121

Dufaycolour 16

dvozvučna suzvučja boja (dvozvuci boja, harmonični) 66-69, 71, 90, 95

E

Eastman Color 17

ekran

kinematografski ekran 41, 107
televizijski ekran 13, 34, 104

ekspozicija 14

egzaktna ekspozicija 106
nadekspozicija 21, 105, 106
podekspozicija 105, 106
produžavanje ekspozicije 116, 119-121
različite ekspozicije 107
sukcesivna ekspozicija 17

ekspresija filma 10

elektronika 14

elektronička bljeskalica 117
elektronička stimulacija 34
elektroničko kodiranje 16

elektromagnetsko titranje 38, 61

elektromagnetsko zračenje 24, 25
spektar elektromagnetskog zračenja 24, 25

emisija, emitiranje svjetla 20, 21, 25, 29, 109-111, 115, 116, 118, 119

emitirano svjetlo 20, 21, 111

emulzija 14, 16, 108, 114 vidi → *film*

crno-bijela, pankromatska emulzija 12, 16
dvoslojna emulzija 16
emulzija osjetljiva na crveno, plavo, zeleno 17, 46, 47
fotografska emulzija 26, 91, 104, 111
kolor-emulzija 10, 46, 47
troslojna emulzija 108

energija

energija elektrona 25
energija svjetla 25, 33
energija zračenja 24-26

F

film / filmski 10, 17, 40, 98, 104, 114, 118 vidi → *emulzija*
Agfacolor 17
bipak film 17
Cinecolor 16
crno-bijeli film 33, 107, 109, 119, 122

crtani film 62
Dufaycolour 16
Eastman Color 17
 ekspresija filma 10
 film u boji 16
 film za dnevno svjetlo 41
 film za umjetno svjetlo 41
 filmska emulzija
 crno/bijela, pankromatska filmska emulzija
 12, 16
 dvoslojna filmska emulzija 16
 troslojna filmska emulzija 108, 114
 filmska kasetna 106
 filmska kopija, pozitivna 16, 17, 46, 47, 105-108
 filmska korekcija 41
 filmska struktura 62
 filmska vrpca 116
 filmski format 8 mm 17
 filmski format 16 mm 17, 115
 filmski format 35 mm 115
 filmski kadar 60, 68, 89, 107
 filmski materijal 106-109, 114-116, 118-122
 crno-bijeli filmski materijal 122
 kolor filmski materijal 122
 pankromatski filmski materijal 122
 profesionalni filmski materijal 119, 120
 senzibilizacija filmskih materijala 41, 115,
 116, 119-122
 filmski stvaraoci 38
Gasparcolor 17
 igrani film 107
Kinamacolor 16
Kodacolor 16
Kodachrome 14, 16
 kolor-film 11, 29, 33, 107, 109
 kultni film 11
 lentikularni film 16
mosaic screen 16
 negativ film 108, 118-120
 35 mm negativ 115
 maskirani negativ 17
 separatni negativ 17
 visokoosjetljivi negativ 115
Opticolor 16
 osjetljivi slojevi filma 108, 115
 osjetljivost filma 16, 17, 33, 41, 91, 108, 111, 116,
 118-120, 122
Pathécolor 16
 preokretni film 17, 115, 118-120
Prizmacolor 16
Raycolor 16
 reprodukcija boje na filmu 115-122
 senzibilizacija filma 41, 115, 116, 119-122
Technicolor 16, 17
 testiranje filma 105-108
tripak film 17
 troslojni film 14, 108
 zvučni film 10

filter / filtri / filtracije 106-108, 111-115, 118-122
 aditivni filtri 14, 16, 34, 35

apsorpcija filtera 16, 44, 120, 122
 balans filtri vidi → *korekcijski filtri*
 CC filtri vidi → *kolor kompenzacijski filtri*
 crveni filter 14, 16, 25, 42
 dikroitski filtri 120, 121
 efektivnost filtera 111
 filterfaktor 116
 filter-folije 120
 filterske korekcije 41, 105, 106, 116
 filtri za balans boje vidi → *korekcijski filtri*
 filtri za crno-bijelu fotografiju 12, 119
 filtri za snimanje u bojama 119-122
 filtracija pozitiva 106
 fog-filter 105
 kolor-filtri 109, 120, 122
 kolor kompenzacijski filtri 108, 113, 114, 118
 kombiniranje filtera 121
 komplementarni filtri 44
 konverzijski filtri 113, 115, 116, 119-122
 korekcijski filtri 106, 114-116, 120-122
 mekocrtači 105, 106
 narančasti filter 12
 neutralni (neutralno sivi, ND) filtri 119
 panglas 12
 plavi filter 12, 14, 111, 112, 116, 121, 122
 polarizacijski filter 122
 profesionalni filtri 122
 rotirajući filter 16
 ružičasti filtri 111, 119, 121, 122
 suptraktivni filtri 35, 36
 vrijednosti filtera 111, 112, 119, 122
 zeleni filter 14, 16, 17
Wratten filtri 119-122
 želatinski filtri 120
 žuti filter 14, 90

filtriranje 105
 selektivno filtriranje 113

fizičari / fizika / fizikalno 14, 20, 24, 25, 28, 42, 46, 51, 52, 61,
 70, 71, 88, 89, 110
 fizikalni primari 51, 52

fiziologija (oka) 32, 33, 39, 40, 51, 91

fluorescencija 32

footcandle /fc/ 91

fotoaparat 15, 40, 41
 refleksni fotoaparat 90
 fotoaparat s više objektivna 14

fotoefekt 25

fotografija / fotografiranje / fotografski 14, 32, 33, 67, 68,
 74, 90

 amaterska fotografija 11, 104
 crno-bijela fotografija 10
 fotograf 13, 41
 fotografska emulzija 26, 91, 104, 111

Kazalo pojmova

fotografska slika 32, 33
fotografski krugovi 12
fotografski gledati 12
fotopapir 106
trobojna fotografija 14
fotografija u boji, kolor-fotografija 12, 14, 33, 41, 91, 104
gradacija fotomaterijala 106
trikromatska fotografija 14

foton 25

fotočelija 112-114

fotoreceptori 113 vidi → *gledanje: receptori, retinalni*

frekvencija (elektromagnetskih valova) 16, 24, 25, 61

G

Gasparcolor 17

glazba 38, 42

akord 26, 57
akustika 38, 42
disharmonično 42
harmonično 42
harmonija, glazbena 60
interval 26, 38, 42
kompozicija 38
konsonanca 42
kvarta 42
ljestvica 38
oktava 42
suzvučja 60, 61
ton, tonalitet 38, 42

gledanje, vid 26, 27, 32, 33, 39, 40 vidi → *oko*
binokularno gledanje 33
čunjići 33, 40, 91
fovea centralis vidi → *žuta pjega*
impulsi, nervni 32, 40
iris 32, 40, 41
leća 32, 33, 40
mrežnica 32, 40
optika oka 89
opažanje, percepcija 24, 26, 32, 33, 38-40, 51, 71
osjet, senzacija 18-20, 26, 30, 32, 33, 39, 40, 44, 51, 60, 61, 88, 91
komplementarni osjet 39, 40, 51
komplementarni osjet 39
osjet bijelog 44
osjet boje 40
osjet sivog 44
stupnjevi osjeta 18
osjetljivost oka 18, 32, 33, 39-41
percepcija vidi → *opažanje*
periferno gledanje 33
perzistencija vida 16
pigment 33

proces gledanja 91
protein 40
receptori, retinalni 32, 33, 39, 40, 41
retina vidi → *mrežnica*
retinal 40
šarenica 40
štapići 33, 40, 91
teoretičari gledanja 32, 33, 39, 40, 88, 90, 91
trikromatska teorija gledanja 32, 33, 39, 40, 91
vid, zdravi 88
vidljivi spektar 24-28, 113, 122
vidni aparat, vizualni aparat 41, 42
vidno polje 33, 41, 114
vidokrug 43
žuta pjega 33

Gossen Colormaster 113

gradacija fotomaterijala 106

grafika 11, 13
grafički pristup filmskoj slici 13

H

harmonija 60-86
disharmonične boje 42, 60, 61
harmonija boja 60-86
harmonične boje 42, 51 vidi → *suzvučja boja*
harmonija, glazbena 60
harmonija, likovna 60, 61
harmonične konsonance boja vidi → *suzvučja boja*
harmonični dvozvuci boja 57, 66-71
vidi → *komplementarni parovi*
harmonični trozvuci boja 70-83, 85, 95
harmonični trozvuci primara 71-74, 85
harmonični trozvuci sekundara 71, 75-79, 85, 95
harmonični trozvuci tercijara 80-83
harmonični četverozvuci boja 85
harmonično osvjetljenje 41
harmonično slaganje boja 50, 56, 57, 62-86, 90

hue vidi → *boja, bojeni ton*

HMI rasvjeta 29, 115, 117

I

imbibicijsko tiskanje 17

interval 38, 42, 76

interferencija 25

J

jezik 18, 50
jezici 18
slikarski jezik 18

K

kamera 40, 41, 114
modificirana kamera 16
trovrpčana kamera 17

Kelvin

kelvin 110-112, 114, 119
kelvinometar 112 vidi → *kolormetar*;
kolortemperaturmetar; *trikolormetar*
Kelvinova skala 110, 112

Kinemacolor 16

kinematografija 13

kinematografska slika 16, 41
kinematografski ekran 41, 107
profesionalna kinematografija 116

Kinoflo rasvjeta 29, 115, 117

Kodachrome 14, 16

Kodacolor 16

kolor 10, 13, 122

kolor-balans 121
kolor-disciplina 102
kolor-efekti 122
kolor-emulzija 10, 46, 47
kolor-film 11, 29, 33, 107, 109
kolor-filtri 109, 120, 122
kolor-fotografija 12, 41, 91
kolor kompenzacijski (CC) filtri 113, 114, 118
kolormetar 109, 112 vidi → *kelvinometar*;
kolortemperaturmetar; *trikolormetar*
kolortemperaturmetar 109, 112
vidi → *kelvinometar*; *kolormetar*; *trikolormetar*
kolor-kopija, pozitivska 17
kolor-maskiranje, integralno 17
kolor-materijal 115, 122
kolor-negativi 17
koloristički pristup filmskoj slici 13
kolor-reprodukcija 14
kolor-televizija 32, 34, 50
kolor-test 106-109
kolor-vrpca 12
snimanje u koloru 10, 13, 32, 109
trikolormetar 113, 114

komplementarne / komplementarni

komplementarne boje 11, 19, 21, 30, 34-36, 39,
42-47, 51, 53, 56, 57, 63, 66-69, 71, 73, 75, 84, 85,
90, 95, 96

komplementarni filtri 44 komplementarni kontrast 38
komplementarni odsjaj 43 komplementarni osjeti 39,
40, 51
komplementarni parovi 11, 36, 39, 45, 47, 53, 56,
57, 66-69, 71, 75, 95, 96
komplementarni učinak boja 63, 66-69, 76
komplementarno svjetlo 19, 21, 30, 34, 36, 44,
45, 51

kompozicija 30, 38, 56, 60, 61, 69, 86, 87, 94-102
kompozicija boja 30, 60, 90

konsonance boja vidi → *suzvučja boja*

kontinuitet 107

kontrast

crno-bijeli kontrast 11
kontrast boja 11, 40, 53, 55, 62, 64-68, 76
komplementarni kontrast 38, 66
kontrast sadržaja 12
kontrast slike 66
kontrast subjekta 11
kontrast svjetla 11, 12
kontrastno svjetlo 11, 105, 107
simultani kontrast 63
svijetlo / tamni kontrast 40

konverzija 119-121

konverzijski filtri 113, 115, 116, 119-122

kopija, filmska

bojena filmska kopija 16
crno-bijela filmska kopija 16
kopiranje 47
lijepljena filmska kopija 16
pozitivska filmska kopija 16, 17, 46, 47, 105-108
radna kopija 106, 107
strojevi za kopiranje 113
tonska kopija 106, 107

korekcije

filtarske korekcije 41, 105, 106, 116
korekcije osjetljivosti 119, 120
korekcijski filtri 106, 114-116, 120-122

kostimografija 62, 76, 98, 99, 101, 102

kromatski stupnjevi 54

Kromographoscope 15

krug boja 22, 23, 44-47, 50, 53, 54, 57, 60, 70, 71, 75, 80,
84, 85, 88 vidi → *paleta boja*, *kružna*

kvarc-lampa 29

Kazalo pojmova

L

laboratorij 105-108, 113, 118, 120

laterna magica 14, 15

leća 16

lentikularni film 16

Les Couleurs en Photographie 14

likovno

likovna harmonija 60, 61

likovni primari 51-53

likovno djelo 38

likovnost 67

luminancija vidi → *svjetloća boje*

luks /lx/ 91, 113, 116

LJ

ljubičasto

psihološko djelovanje ljubičastog 76

M

maska

kolor-maskas 17

materijal, filmski 106-109, 114-116, 118-122

crno-bijeli filmski materijal 122

filmski materijal niske osjetljivosti 33

filmski materijal visoke osjetljivosti 33

kolor filmski materijal 122

pankromatski filmski materijal 122

profesionalni filmski materijal 119, 120

senzibilizacija filmskih materijala 41, 115,

116, 119-122

megarecipročni kelvin vidi → *mired*

miješanje boja 34-36

aditivno miješanje boja 14, 32, 34, 35, 45, 50, 51

miješanje pigmenata i bojila 32, 44-46, 50-55, 70-85

sukcesivno miješanje boja 16

suptraktivno miješanje boja 14, 16, 17, 32, 25, 35,

36, 45, 50, 51

miješanje svjetala 32, 34-36, 50, 51

mired 111, 112, 114, 115, 119-122

dekamired 111, 112, 114

Minolta Color Meter 113

monokromatičnost 33, 42, 60, 64, 85, 94, 98

mosaic screen 16

mozak, um 18, 20, 27, 32, 33, 39, 40, 61

Munsell

Munsellovo drvo 22

Munsellov kotač 23, 47

Munsellov standard 21

Munsellov sustav 21, 22

Munsellovo tijelo 21

N

nalič 19, 26

nanometar /nm/ 26, 28, 29

narančasto

psihološko djelovanje narančastog 76

natrijeva žarulja 29

negativ 14, 16, 17, 39, 46, 47, 105, 107, 108, 115, 118-120

35 mm negativ 115

kolor-negativ 46

odvojeni negativ 14

osjetljivost negativa 115

separatni negativ 17

negativ/pozitiv 17, 46, 47

O

objektiv 16, 17, 40, 106, 107, 116, 120, 121

objektiv refleksnog fotoaparata 90

teleobjektiv 105

žarišna dužina objektiva 105

obojenje / obojeno

obojeno crno-bijelo 11

obojena slika 10, 14, 16, 34, 119

obojeno svjetlo 16, 32-36, 45, 50, 51, 90, 119

obojena vrpca 14

obojiti 18, 19

oduzimanje (boja bijelom svjetlu)

vidi → *miješanje boja, suptraktivno*

oko 13, 20, 26, 27, 29, 32, 33, 39, 40, 61, 88-91, 114, 119 vidi → *vid, gledanje*

crno-bijelo oko 11

fiziologija (oka) 32, 33, 39, 40, 51, 91

indiferentno oko 18

izoštavanje oka 89, 90

kolor-okas 11

neosjetljivo oko 18

opažanje oka 24

osjetljivost oka 18, 32, 33, 39-41

slika u oku 32, 33, 39, 40
struktura oka 91
uravnoteženo oko 40

Opticolor 16

optika / optički

boja kao optički fenomen 20
oko kao optički aparat 20
Opticolor 16
optička ravnoteža 30, 39-41, 57, 66, 68, 69, 95
optička slika 39, 61
optička supstancija 39
optički fenomen 20
optički impuls 40
optičke informacije 27
optički sklop 40
optičko 42
optika objektiva 16
optika oka 88, 89

osjet

komplementarni osjet 39
osjet bijelog 44
osjet boje 40
osjet sivog 44
stupnjevi osjeta 18

osjetila 18, 57, 71

osjetljivost

elementi osjetljivi na svjetlo 32
krivulje spektralne osjetljivosti 33
osjetljivi slojevi filma 108, 115
osjetljivost filma 16, 17, 33, 41, 91, 108, 111, 116,
118-120, 122
osjetljivost oka 18, 32, 33, 39-41
osjetljivost osjetnika 113

osvjetljenje 91, 107, 111

oštrina

dubinska oštrina 105
opća oštrina 105

P

paleta boja

kružna paleta boja 22, 23, 44-47, 50, 53, 54, 57,
60, 70, 71, 75, 80, 84, 85, 88
desetodijelna kružna paleta boja 47
dvadesetodijelna kružna paleta boja 22, 23
dvanaestodijelna kružna paleta boja 46, 54, 57,
70, 71, 75, 84
Goetheova kružna paleta boja 45, 50
Harrisova kružna paleta boja 44
Ittenova kružna paleta boja 45, 46, 53
Munsellova kružna paleta boja 47
šestodijelna kružna paleta boja 45
trokutasta paleta boja 50, 52-55, 60, 71, 80

parovi boja

dvozvučna suzvučja boja (dvozvuci boja,
harmonični) 66-69, 71, 90, 95
harmonični parovi boja 56, 57
komplementarni parovi boja 39, 56, 57
polarni parovi boja 44-47
parovi boja crno-bijelo 11
parovi boja svijetlo/tamno 39, 56

paslika 39, 63

Pathécolor 16

plavo

psihološko djelovanje plavog 72, 73, 88, 89

primari, primarne boje 34-36, 44, 46, 50-55, 61, 69-74, 76, 80, 81, 85, 94, 95, 100, 106, 107

aditivni primari 34, 50-52

fizikalni primari 51, 52

kemijski primari 51, 52

likovni primari 51-53

primarni izvor svjetla 34, 35, 50

psihološko djelovanje primara 71-73

psihološki primari 51

slikarski primari 50-52

suptraktivni primari 35, 36, 50-52

umjetnički primari 51

Prizmacolor 16

psihologija / psihološko 39, 51, 88, 89

psihološki primari 51

psihološko djelovanje boja 71-73, 75-76,
80, 88, 89

psihološko djelovanje primara 71-73

R

raster 16, 32

rasvjeta 29, 39, 41, 68, 82, 96, 114, 115, 117, 120

ambijentalna rasvjeta 30

daylight rasvjeta 115

fluorescentna rasvjeta 30, 114-116

HMI rasvjeta 29, 115, 117

Kinoflo rasvjeta 29, 115, 117

kvarc-lampa 29

lučna rasvjeta 114, 115

natrijeva žarulja 29

photo flood rasvjeta 115

plinska rasvjeta 68, 96

profesionalna rasvjeta 30

rasvjeta na bazi izboja elektrona u plinu 114-116

rasvjetno tijelo 82, 115, 120

reflektor 82, 114

svjetiljka 19, 29, 30, 32, 118

žarulja (sa žarnom niti) 26, 28, 29, 110, 112,
114-119, 121

živina rasvjeta 29, 30

Kazalo pojmova

ravnoteža

- optička ravnoteža 30, 39-41, 57, 66, 68, 69, 95
- ravnoteža boja 41
- ravnoteža odnosa svijetlo/tamno 41
- ravnoteža svjetla 41
- tjelesna ravnoteža 33
- uravnoteženo oko 40

Raycolor 16

reprodukcija

- kontrola reprodukcije boja 111
- reprodukcija boje na filmu 115-122
- reprodukcija boje, slike u boji 13, 14, 17, 23, 29, 32, 41, 82, 90, 96, 103-122
- reprodukcija boje tena 107, 108
- reprodukcija serije slika 14

rezolucija, razlučivost, definicija 13, 33

RGB (red, green, blue) 32, 34-36, 50, 51

vidi → *boje, primarne; miješanje boja, aditivno*

S

sanskrt 18

satracija (desaturacija) vidi → *boja; zasićenost boje*

scenografija 62, 68, 76, 96-100

sekundari, sekundarne boje 50, 54, 55, 71, 75-81, 85, 95, 100

- psihološko djelovanje sekundara 75, 76
- trozvuci sekundara 71, 75-79, 85, 95

senzibilizacija filma 41, 115, 116, 119-122

simultani učinak boja 43

sinteza boja vidi → *miješanje boja*

siva / sivi / sivo 18, 19, 21, 44, 45, 53, 55-57, 63, 70, 71, 73

- neutralno sivo 43, 80, 106
- osjet sivog 44
- psihološko djelovanje sivog 73
- referentno sivo 70
- siva ploha 40
- sivi (neutralni, ND) filtri 119
- sivi klin 106-108
- srednje sivo 39, 40, 43, 57, 71

skala

- Celzijeva skala 110
- Kelvinova skala 110
- mired skala 111
- skala akromatskih boja 21
- skala kelvinometra 112
- skala smeđih tonova 61

skala svjetloće boja 21, 56, 57

temperaturna skala 110

slaganje boja 50

harmonično slaganje boja 50, 56, 57, 62-86, 90

slika 38, 120

- aditivna slika 32
- bojena, obojena slika 10, 14, 16, 34, 119
- crno-bijela slika 10, 13, 16, 61
- crvena i zelena slika 16
- crvena, zelena i plava slika 16
- filmska slika 10, 13, 104
- fotografska slika 32, 33
- grafički pristup filmskoj slici 13
- hladnija slika 105
- izoštavanje slike 89
- kinematografska slika 16, 41
- koloristički pristup filmskoj slici 13
- kontrast slike 66
- kontrolirana slika 105
- monokromatska slika 33
- obojena slika 10, 14, 34
- odvojena slika 17
- optička slika 39, 61
- oštra, oštija slika 90, 105
- paslika slika 39
- realistična slika 10
- siromašnija slika 13
- slika spektra 45
- slika u kameri 32
- slika u oku 32, 33, 39, 40
- suptraktivna slika 16, 32
- žarena slika 13
- televizijska slika 13, 32, 34, 41, 104
- trodimenzionalna slika 33
- videoslika 16
- vizualna slika 32, 33

slikarstvo / slikarski 13, 62, 63, 104

- klasično slikarstvo 67
- slikarske boje 18, 51-53
- slikarski primari 50-52
- štafelajno slikarstvo 68

sljepoća na boje 33

- anormalni trikromatizam 33
- daltonizam 18, 33
- deuteranopija 33
- dikromatizam 33
- monokromatizam 33
- protanopija 33
- tritanopija 33

snimatelj 10-13, 19, 41, 61, 82, 89, 91, 98-102, 105-107, 109, 112-114, 116, 119

snimanje 10-16, 29, 30, 32, 41, 96, 104, 105-109, 114-116, 118-121

- crno-bijelo snimanje 12, 13, 119
- direktno snimanje 14

- indirektno snimanje 14
- snimanje uz CC filtre 113
- snimanje u boji, u koloru 10, 13, 32, 109
- snimanje videoslike 16
- stroboskopsko snimanje 115
- suptraktivno snimanje 14

- spektar 28, 32-34, 36, 38, 44, 45, 53, 118
 - diskontinuirani spektar 29, 30, 114
 - kontinuirani spektar 28, 29
 - klasični spektar 28
 - krivulje spektralne osjetljivosti 33
 - slika spektra 45
 - spektar elektromagnetskog zračenja 24, 25
 - spektralna neujednačenost 113, 115
 - spektralne boje 21, 28, 29, 50, 80
 - spektralne komponente 26
 - spektralni sastav svjetla 20, 26, 32, 41, 110, 111, 113, 115, 116, 118, 119
 - spektrogram 29
 - spektroskop 27, 28
 - sunčev spektar 28
 - svjetla spektra 73
 - vidljivi spektar 24-28, 113, 122

- srebro 16

- standard
 - materijalni standard boje 22
 - Munsellov standard 21

- stereoskopski učinak boje 30, 88, 89

- suptrakcija / suptraktivni vidi → *miješanje boja*
 - suptraktivna metoda 14, 32, 35, 36
 - suptraktivne boje 35, 36, 50-52
 - suptraktivni filtri 35, 36
 - suptraktivni primari 35, 36, 50-52
 - suptraktivni postupak, dvobojni 16
 - suptraktivni postupak, trobojni 14, 17, 32, 35, 36

- sustav boja
 - Munsellov sustav boja 21, 22
 - razni sustavi boja 51
 - sustav boja DIN 6164 21

- suzvučja boja 42, 50-57
 - četverozvučna suzvučja boja 84
 - dvozvučna suzvučja boja 66-69, 71, 90, 95
 - trozvučna suzvučja boja 70-83, 85, 90, 95

- svjetiljka 19, 29, 30, 32, 118

- svjetlo / svjetlost 24-26, 60, 61, 122
 - adaptacija na svjetlo 41
 - adiranje, adicija svjetla 14, 32, 34, 35, 45, 50, 51
 - vidi → *miješanje boja*
 - ambijentalno svjetlo 41
 - apsorpcija svjetla 16, 25, 26, 32, 33, 44, 110, 120-122
 - balansiranje svjetla 120
 - bijelo svjetlo 21, 25, 26-29, 34-36, 41, 44, 90, 111, 118
 - boja svjetla 109, 111, 112
 - brzina svjetla 25, 26
 - crtež svjetla 32
 - difuzno svjetlo 11, 91, 105
 - difrakcija svjetla 25, 32
 - direktno svjetlo 105
 - disperzija svjetla 32
 - dnevno svjetlo 29, 41, 111, 115-117, 119-121
 - elementi osjetljivi na svjetlo 32
 - emisija, emitiranje svjetla 20, 21, 25, 29, 109-111, 115, 116, 118, 119
 - emitirano svjetlo 20, 21, 111
 - energija svjetla 25, 33
 - fluorescentno svjetlo 26, 29, 114, 116, 118
 - frekvencija svjetla 25
 - gubitak (svjetla) pri projekciji 16
 - halogeno svjetlo 117, 118
 - harmonično osvjetljenje 41
 - hladno svjetlo 118
 - igra svjetla i sjene 12
 - inducirano svjetlom 20
 - intenzitet svjetla 25
 - interferencija svjetla 25, 32
 - iskoristivost svjetla 116
 - izvor svjetla 28, 29, 32, 41, 111, 114, 117-120
 - primarni izvor svjetla 34, 35, 50
 - jutarnje svjetlo 121
 - količina svjetla 111-113
 - kontrast svjetla 11, 12
 - kontrastno svjetlo 11, 105, 107
 - kvaliteta svjetla 91
 - lom svjetla 25
 - lučno svjetlo 117
 - mekano svjetlo 107
 - miješanje svjetla 32, 34-36, 50, 51
 - mjerjenje svjetla 106
 - modeliranje svjetlom 62, 77, 78
 - natrijevo svjetlo 30
 - obojeno svjetlo 16, 32-36, 45, 50, 51, 90, 119
 - oduzimanje svjetla 32, 35, 36, 44
 - vidi → *suptrakcija svjetla*
 - oštro svjetlo 66
 - priroda svjetla 25
 - prirodno svjetlo 111
 - prostiranje svjetla 25
 - raspršeno svjetlo 91
 - rasprživanje svjetla 32
 - ravnoteža svjetla 41
 - razina svjetla 91, 113
 - refrakcija svjetla 28
 - refleksija, odbijanje svjetla 20, 25, 32, 56, 111, 121
 - reflektirano svjetlo 20, 21, 25, 26, 106, 114
 - sjeverno svjetlo 29, 116-118
 - snop svjetla 34-36, 44, 45
 - spektralni sastav svjetla 20, 26, 32, 41, 110, 111, 113, 115, 116, 118, 119
 - sunčevo svjetlo 24, 28, 29, 32, 60, 61, 114, 116, 117

Kazalo pojmova

suptrakcija svjetla 32, 35, 36
vidi → *miješanje boja*
svjetla spektra 73
svjetlo filmskih reflektora 82
svjetlo kasnog sutona 30, 116
svjetlo komplementarnih boja 19, 21, 30, 34, 36, 44, 45, 51
svjetlo niske razine 33
svjetlo niskog kontrasta 105
svjetlo obične žarulje 26, 28, 29, 110, 111, 117, 118
svjetlo projektora 16, 34
svjetlo svijeće, vatre, baklje 82, 111, 117, 118
svjetlo visoke razine 33
što je svjetlo 24
temperatura boje svjetla 41, 82, 105, 106, 109-121
toplo svjetlo 118
transmisija svjetla 25
umjetno svjetlo 41, 68, 111, 114-117, 119-121
upadno svjetlo 113
valna dužina svjetla 21, 24, 26, 28, 32
vidljivo svjetlo 24, 25, 28
vrijednosti svjetla 122
vrsta svjetla 32, 116, 117
zbrajanje svjetla 32, 34, 35, 44
zrake svjetla 32, 51

svjetloća

svjetloća boja, luminancija 21-23, 34, 42, 43, 56, 57, 86

svjetlomjer 112

za mjerenje upadnog svjetla 113, 114
Sekonic 114
Spectra 114

Š

šablona 16

štapići (u oku) 33, 40, 91

T

Technicolor 16, 17

televizija 11

kolor-televizija 32, 34, 50
televizijska slika 41, 104
televizijski ekran 13, 34, 104
televizor 41

temperatura boje svjetla 41, 82, 105, 106, 109-121

CCT vidi → *correlated color temperature*
correlated color temperature (CCT) 114, 117, 118
crno tijelo 110, 111, 116, 117, 119
dekamired 111

efektivna temperatura boje svjetla 111

Kelvin 110
kelvin 110-112, 114, 117, 119
Kelvinova skala 110, 112
kelvinometar 109, 112, 114, 116
vidi → *kolormetar; kolortemperaturmetar; trikolormetar*
kolormetar 109, 118 vidi → *kelvinometar; kolortemperaturmetar; trikolormetar*
kolortemperaturmetar 109, 112
vidi → *kelvinometar; kolormetar; trikolormetar*
korektura temperature boje svjetla 106
mired 111, 112, 114, 115, 119
mjerač temperature boje svjetla 109
vidi → *kelvinometar; kolormetar; kolortemperaturmetar; trikolormetar*
mjerenje svjetla 106, 113, 114
mjerenje temperature boje svjetla 112-114, 116, 118, 119
niska temperature boje svjetla 111
pomicanje temperature boje svjetla 121
usporedna temperatura boje svjetla 114, 117, 118
visoka temperatura boje svjetla 111, 115
trikolormetar 113, 114 vidi → *kelvinometar; kolormetar; kolortemperaturmetar*

teorija

Heringova teorija 39, 40
Huyghensova teorija 25
korpuskularna teorija 25
kvantno-mehanička teorija 25
likovna teorija 51, 61
Maxwellova elektromagnetska teorija 25
neuropsihološka teorija 39, 40
Newtonova teorija 25
teorija gledanja 32, 33, 39, 40, 91
teorija kolor-fotografije 16
teorija krivulje spektralne osjetljivosti 33
teorija relativnosti 26
teorija slaganja boja 52
teorija svjetla 25
teorija temperature boje 110
trikromatska teorija gledanja 32, 33, 39, 40, 91
valna teorija 25, 61

teoretičari

aditivni teoretičari 14
likovni teoretičari 52, 61
suptraktivni teoretičari 14, 15
teoretičari boje 45, 46, 52, 104
teoretičari gledanja 32, 33, 40, 88, 90, 91
teoretičari temperature boje 110

tercijari 50, 55, 60, 62, 71, 74, 76, 80-83, 85, 94, 95,

98-99 vidi → *boje, tercijarne*
psihološko djelovanje tercijara 80
trozvuk tercijara 80-83

test

kolor-test 106-109

test-karta 106-109
test objektivna 108
test-snimka 108, 118
testiranje filma 105-108
tvornički test 106, 107

tisak 32
imbibicijski tisak 17

ton, tonalnost 38
ton boje 21

toniranje 16

tripak film 17

trodimenzionalni
trodimenzionalna slika 33
trodimenzionalni sustav 22

trokut boja, devetodijelni 50, 52- 55, 60, 71, 80

trozvučna suzvučja boja (trozvuci boja, harmonični)
70-83, 85, 90, 95
trozvuci primara 71-74, 85
trozvuci sekundara 71, 75-79, 85, 95
trozvuci tercijara 80-83

tungsten /T/ 109, 115

U

učinak boja
komplementarni učinak boja 63, 66-69, 76
simultani učinak boja 39, 43, 63, 73, 74
stereoskopski učinak boja 30, 63, 72, 88, 89
učinak bliskih boja 63-65
učinak trozvuka 63, 70-83, 85
učinak količine 63, 66, 69, 86, 87

V

valovi
elektromagnetski valovi 24, 25

valna dužina 21, 24, 26, 28, 32, 33, 38, 61, 88-90
boja kao mješavina valnih dužina 33
valna dužina svjetla 21, 24, 26, 28, 32

veo vidi → *dominanta*

vid vidi → *gledanje; oko*

videoslika 16

viraž 16

vizualni / vizualno 38
vizualna memorija 104

vizualna slika 32, 33
vizualni dojam, impresija 111, 114
vizualni optimizam 91
vizualno iskustvo 88
vizualno percipiranje 38

volfram vidi → *tungsten /T/*

vrpca 14, 17
filmska, lentikularna vrpca 16
kolor-vrpca 12
magnetska vrpca 16
obojena vrpca 14
troslojna vrpca 17
trovrpčana kamera 17

Z

zasićenost boje, saturacija 21-23
nezasićenost, desaturacija 21
zasićene boje 20, 63, 64, 69

zeleno
psihološko djelovanje zelenog 75

zbrajanje (boja svjetla) vidi → *miješanje svjetla, aditivno*

zračenje
elektromagnetsko zračenje 24, 25
spektar elektromagnetskog zračenja 24, 25

zvuk 10, 16, 38, 60, 61 vidi → *glazba*
zvučni film 10

Ž

žanr
laki žanr 10

žarulja (sa žarnom niti) 26, 28, 29, 110, 112, 114-119, 121
natrijeva žarulja 29

žuto
psihološko djelovanje žutog 71, 72

Kazalo osebnih imena i naslova filmova

- Adams, Rudolph 51
Albers, Josef 51, 104
Alcott, John 82
Arp, Hans (Jean) 67
Asp, Ana 98
Barry Lyndon (1975) 82
Becky Sharp (1935) 16
Baumann, Paul 51
Bergman, Ingmar 61, 82, 98
Bezold, Wilhelm von 51
Birren, Faber 51
Cartier-Bresson, Henri 96
Cézanne, Paul 77
Chevreul, Michel Eugène 51
Degas, Edgar 65, 74, 81
Delacroix, Eugène 51
Ducos du Hauron, Louis 14, 15, 17
Dyck, Anthonis van 18
Einstein, Albert 24, 25
Ekk, Nikolaj Vladimirovič 16
Fanny i Alexander
(*Fanny och Alexander / Fanny and Alexander*)
(1982) 82, 98-101
Feininger, Andreas 24
Field, George 51
Figuerola, Gabriel 10, 13
Fresnel, Augustin Jean 24, 25
Goethe, Johan Wolfgang 45, 50, 51, 56
Grunja Kornakova (1936) 16
Hallwachs, Wilhelm 25
Harris, Moses 44, 50
Helmholtz, Hermann von 38, 50
Hering, Ewald 39, 40, 51
Hertz, Heinrich Rudolf 25
Hoelzel, Adolf 51
Huyghens, Christiaan 25
Itten, Johannes 45, 46, 51, 53, 60, 61
Kelvin, William Thomson 110
Kieslowski, Krzysztof 89
Kirchner, Athanasius 14
Klaić, Bratoljub 60
Krici i šaputanja (Viskingar och Rop / Cries and Whispers)
(1972) 61, 98, 102
Krlježa, Miroslav 18
Kubrick, Stanley 82
Küppers, Harald 51
Lambert, Heinrich 51
Lenard, Philipp 25
Leonardo da Vinci 27, 51, 71, 89
Luckiesh, M. 71, 88, 90, 91
Ludwig (1972) 82
Mamoulian, Rouben 16
Manet, Edouard 62
Matisse, Henri 78
Maxwell, James Clerk 14, 15, 24, 25, 51
McLuhan, Marshall 13
Mondrian, Piet 56
Munsell, Albert 21, 22, 23, 46, 47, 51
Nannuzzi, Armando 82
Newton, Isaac 24, 25, 51
Nykvist, Sven 61, 82, 98
Ostwald, Wilhelm 51
Plažewski, Jerzy 10, 16
Renner, Paul 51
Renoir, Pierre-Auguste 94, 95
Rood, Ogden 51
Rumford, Graf von 51
Runge, Phillipp Otto 51
Smith, G. A. 16
Sobocinski, Piotr 89
Spencer, D. A. 44
Sutton, Thomas 14
Toulouse-Lautrec, Henri-Maria-Raymond de 68, 96, 97
Tri boje: Crveno (Trois couleurs: Rouge / Three Colors: Red / Trzy kolory: Czervony) (1994) 89
Trstenjak, Anton 61
Varda, Agnes 11
Visconti, Luchino 82
Vos, Marik 98
Young, Thomas 24, 25, 50

Poziv profesora Tanhofera da mu pomognem privesti kraju dugogodišnji rad na knjizi *O boji* doživio sam kao veliko zadovoljstvo i rijetku počast. Tada još nisam znao da će to prerasti u izazovan i delikatan zadatak, kad sam se nažalost našao u situaciji da posao moram dovršiti bez Tanhofera.

U tome su mi pomogli, s mnogo dobre volje, stručnog znanja i truda, brojni suradnici i kolege koji su voljeli i poštovali profesora Tanhofera. Svima im se zahvaljujem.

Ranko Karabelj nesebičnim je i stručnim zalaganjem pomogao da knjiga u mnogim pojedinostima bude točnija, edukativnija i cjelovitija. Pri završnom oblikovanju pomogli su i oni kojima to nije bila profesionalna obveza: Branko Knez, Jakov Kolbas, Saša Rajšić, dr. Enio Stipčević, Otokar Tilić, Živorad Tomić, Danko Volarić, te Tomislav Toth, koji je napravio mnogo više nego posao grafičkog urednika zahtijeva. Nadam se da smo svi zajedno dovršili knjigu onako kako bi je Nikola Tanhofer želio vidjeti.

Silvestar Kolbas

Tisak
Denona d.o.o., Zagreb

Naklada 600 primjeraka

Tiskanje dovršeno u svibnju 2008.

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Nacionalne
i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 667209

ISBN 978-953-6045-55-6 (Novi Liber)

IZ RECENZIJA

U koncepciji knjige ocrta se jasno trostruko izvorište njezina sadržaja i metode interpretacije autora koji je bio režiser i jedan od naših najboljih filmskih snimatelja, zatim utemeljitelj Odsjeka za film na današnjoj Akademiji dramskih umjetnosti i prvi dugogodišnji nastavnik. Kao praktičar snimatelj odlično je poznao probleme snimanja u boji i njihovo rješavanje, kao predavač dobro je znao koja su glavna pitanja što ih studenti postavljaju i kako treba pristupiti njihovoj pojašnjavanju, a iz povijesnog i teorijskog aspekta filmske umjetnosti nastojao je da njegova knjiga ne bude suhi priručnik praktičkih pitanja i odgovora, nego da u nju uplete i teoriju i povijest fizike, optike, likovnih umjetnosti, kamere i filma, te televizije. Time je nastojao proširiti kulturu studenata, ali istodobno i "podići ugled" zanatu.

Radovan Ivančević

Po načinu pisanja koji je tečan, pun pitanja i istodobnih odgovora, podsjeća na prvu knjigu istog autora, *Filmsku fotografiju*, koju su s uživanjem čitali i oni kojima film nije struka, upoznavajući se kroz nju s problemima stvaranja filmske slike. Boja, kao i svjetlo, nešto je čime smo svakodnevno okruženi, a rijetko će netko sam sebi postavljati pitanje što je to boja. Zašto neke boje skladno pristaju jedna uz drugu? Znamo li da slika koja djeluje nametljivo sadrži zasićene primarne boje? Kakva je veza između boje i glazbe? Koliko su o boji filmski autori naučili od slikarstva? Odgovore na ta pitanja naći ćemo u knjizi Nikole Tanhofer *O boji*.

Ranko Karabelj

Rukopis sveučilišnog profesora, redatelja i snimatelja Nikole Tanhofer *O boji na filmu i srodnim medijima* svojim je pristupom pionirski rad s područja boje u mediju pokretnih slika, i to ne samo u Hrvata. Knjiga je strukturirana tako da sustavno vodi kroz područja koja su nužna za svekoliko razumijevanje nastanka, viđenja i djelovanja boja i njihova suodnosa, kao i za tehnička snimateljska sredstva pri reprodukciji i kontroli boja. Vrijednost knjige je i u tome, što razložno tumači prirodu i tehnologiju nastanka i reprodukcije boje, što postavlja normu koja je otvorena daljnjoj umjetničkoj nadgradnji individualnog razvoja svakog autora koji se bavi bojom.

Enes Midžić

