

# Kolor fotografija

---

**Zeljko, Ivan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2014**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:766132>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET**

**ZAVRŠNI RAD**

Ivan Zeljko



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

Smjer: Tehničko-tehnološki

# ZAVRŠNI RAD

## KOLOR FOTOGRAFIJA

Mentor:  
v.pred.dr.sc. Miroslav Mikota

Student:  
Ivan Zeljko

Zagreb 2014

## Sažetak

Fotografija omogućava da se svaki događaj prikaže slikom potpuno vjerno, tako da ih svatko može shvatiti. Fotografija je postala savršena i nužna dopuna tiskanoj riječi. Označila je dolazak nove epohe, koja je unijela velike promjene u kulturni razvitak čovjeka i u svom daljnjem razvoju dala velik doprinos upoznavanju ljudi i svijeta.

U radu se prikazuje proces stvaranja kolor fotografije i njegova evolucija kroz povijest. Kolor fotografija postoji već dva i pol stoljeća i cijelo vrijeme se usavršava, te napretku kolor fotografije se ne nazire kraj. Činjenica koja prati kolor fotografiju je ta da sada, a vjerojatno ni bilo kad, neće moći dati potpuno vjerne boje iz prirode. Može se reći da budućnost amaterske fotografije pripada kolor fotografiji. Razlog tomu je maksimalno pojednostavljena obrada kolor fotografija. Danas se kolor fotografija radi sa digitalnom fotografijom i često puta one se prenose digitalnim pute s jedne strane na drugu bez razvijanja slika i fizičkog dodira. Jako dug je put od prve fotografije do danas, mladi je postanak kolor fotografije no izgleda je daleka i njezina budućnost.

**Ključne riječi:** Fotografija, kolor fotografija, filter, film

## **Abstract**

Photography allows each event display pictures come to life, so that everyone can understand. Photography became a perfect and necessary complement to the printed word. Marked the arrival of a new era, which has brought major changes in the cultural development of mankind and its further development made a major contribution to meeting people and the world. The paper describes the process of creating color photography and its evolution through history. Color photos there for two and a half centuries and has been improving all the time, and the progress of color photographs is no end in sight. The fact that accompanies color photography is that now, and probably not at any time be able to give a completely accurate colors from nature. One can say that the future of amateur photography belongs to color photography. The reason for this is simplified processing of color images. Today, color photos and works with digital photography, and often times they are transmitted digital ways from one side to another without developing image and physical contact. Long way from the first photographs to date younger origin of color photos but it seems a distant and her future.

**Key words:** Photography, color photography, filter, movie

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. POVIJEST FOTOGRAFIJE.....</b>	<b>2</b>
<b>3. RAZVOJ KOLOR FOTOGRAFIJE KROZ POVIJEST.....</b>	<b>5</b>
3.1. Pojava fotoaparata.....	9
<b>4. OSNOVE KOLOR FOTOGRAFIJE.....</b>	<b>10</b>
4.1. Boja u kolor fotografiji.....	10
<b>5. SNIMANJE U KOLORU.....</b>	<b>14</b>
5.1. Svjetlosni filtri.....	17
<b>6. FOTOGRAFSKI SUSTAVI.....</b>	<b>18</b>
6.1. Kolor negativ film.....	18
6.2. Kolor negativ-pozitiv sustav.....	19
6.3. . Kolor dijapozitiv sustav.....	20
6.4. Kolor dijapozitiv-pozitiv sustav.....	20
6.5. Suptraktivna metoda kopiranja.....	22
6.6. Aparat za povećanje.....	22
6.7. Osnovne izrade fotografije u boji.....	23
6.8. Aditivna metoda kopiranja i povećanja.....	25
6.9. Strojna izrada kolor fotografija.....	25
<b>7. SPECIJALNE TEHNIKE U KOLOR FOTOGRAFIJI.....</b>	<b>26</b>
<b>8. DIGITALNI SUSTAV.....</b>	<b>27</b>
<b>9. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>28</b>
<b>10. LITERATURA.....</b>	<b>30</b>

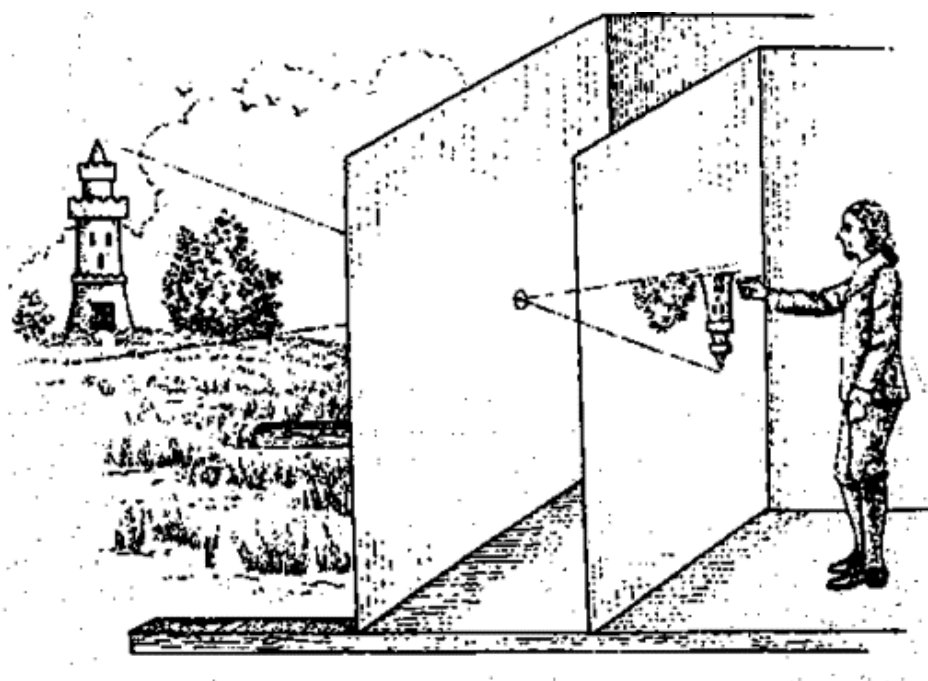
## 1. UVOD

Davno prije čovjek je već osjećao potrebu da trajno zabilježi zbivanja oko sebe, pokrete i oblike. Dokaz tomu su crteži pronađeni na stijenama spilja u raznim dijelovima svijeta. Ipak, čovjek se prvenstveno bavio sa pisanom riječju, pogotovo nakon Gutenbergova tiskarskog stroja 1453. Pisana riječ više nije bila dovoljna pa su se počele praviti ilustracije razne i ljudi su shvatili da se na taj način može nešto puno bolje prikazati od pisanog teksta. Kako se širila kultura tako je porasla čovjekova želja da se na neki način trajno sačuva izgled svoga lika onako kako ga vidi u zrcalu. Baš iz te težnje rodila se fotografija 1839. koja dolazi od grčke riječi „phos“ i „graphis“, što u doslovnom prijevodu značilo crtanje pomoću svjetlosti, te je bila najveće otkriće 19st. Od tada se fotografija vrtoglavo proširila i sa njom su se počeli baviti svi, od amatera do profesionalaca. Čovjeka fotografija prati na svakome koraku; u nauci, poslu, umjetnosti, tehnici, industriji, trgovini i još mnogo drugih djelatnosti. Fotografija je zanimljiva zbog univerzalnog jezika kojim govori slika, što uvijek otkriva i donosi nešto novo i što se kreće zajedno sa životom i napretkom.[1] Glavne odlike fotografije su: istinitost, točnost, brzina i umnožavanje. Suvremena fotografija je aktualna, svestrana i dinamična, odnosno moćno sredstvo izražavanja. Fotografija je proces i način stvaranja slika pomoću svjetlosti reflektirane od objekta kojeg fotografiramo.

Razvojem fotografije nastaje kolor fotografija koja sada u potpunosti mijenja nekadašnju crno-bijelu fotografiju. Rođenje kolor fotografije smatra se 7.svibnja 1869. kada je Francuski fizičar Ducos Du Hauron postavio teoretske osnove o kolor fotografiji. Moderni procesi kolor fotografije se još i danas temelje na principima kakve je postavio Ducos du Hauron Kolor fotografija kao umjetničko djelo je bliža likovnoj stvarnosti nego crno-bijela fotografija. Kaže se da kolor fotografija daje sliku u prirodnim bojama. To je točno, ali je i pitanje koliko je ta slika vjerna predlošku i dali se fotografijom u bojama može uopće dobiti potpuno vjerna slika predlošku? Kod kolor fotografije postoje neke činjenice, odnosno te da su mogućnosti kolor fotografije ipak ograničene. Prvi razlog je taj da predmet nema uvijek istu boju zbog ovisnosti o osvjetljenju, drugi razlog je taj što se ljudsko oko koje gleda na subjektivan način i treći faktor je taj da nijedan tip kolor materijala nije u stanju da u fizikalnom smislu registrira objektivno ispravno cijeli spektar boja. Može se reći da apsolutna vjernost boja u kolor fotografiji ne postoji, boje su samo relativno vjerne originalu.

## 2. POVIJEST FOTOGRAFIJE

Fotografija i fotografske tehnike imaju svoj dalek korijen u prošlosti. Prema nekim podacima sistemi zapisa slike svjetlom bili su poznati još u starom Egiptu, no nije moguće povezati tadašnji razvoj fotografije sa sadašnjim. Leonardo da Vinci oko 1500. je konstruirao prenosivu kutiju kamera opskura (lat. camera obscura) (Slika1), koja na prednjoj strani ima mali otvor nasuprot kojeg je mutno staklo na kojem se ocrta slika. Problem kod takve kamere je u tome što je otvor bio dosta mali i prolazilo bi jako malo svjetlosti a dobila bi se tamna slika koja je bila slabo vidljiva.



Slika 1. Kamera Opskura

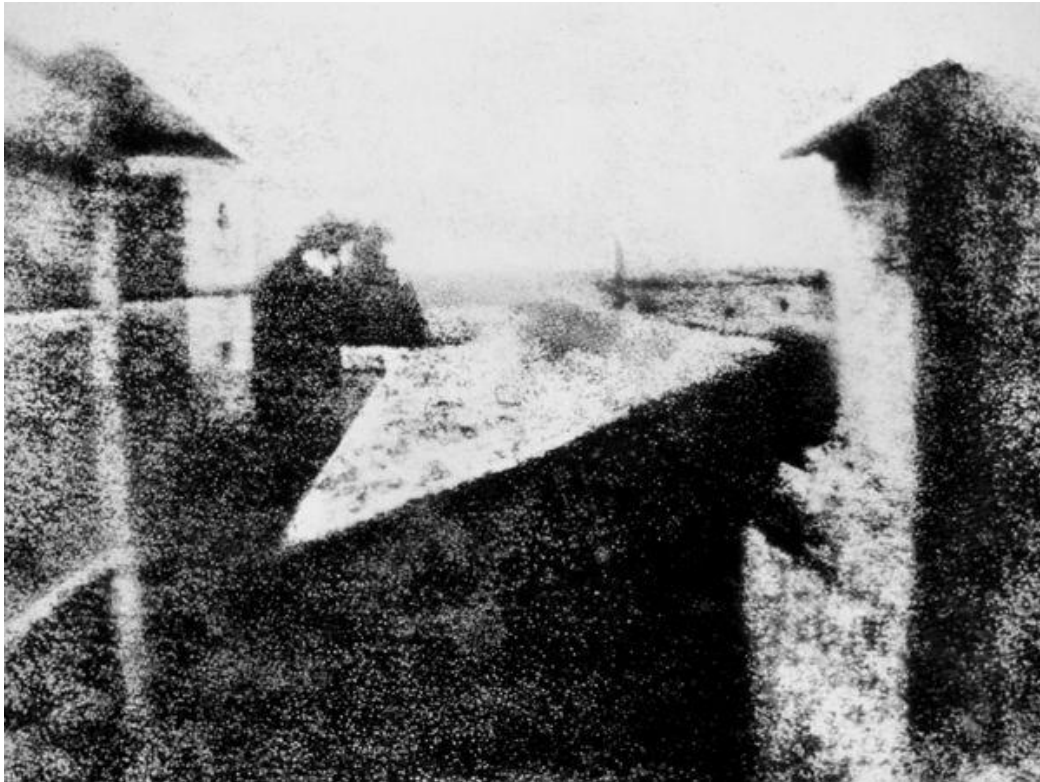
Izvor: Izvor: <http://fotografija.hr/>

Prva ozbiljnija fotografija i prvi eksperimenti sa fotografijom nastaju već početkom 19. St. Nakon tih prvih istraživanja i eksperimenata brzo dolazi do pojave boljih i naprednijih izuma za stvaranje fotografije. Braća Niepce su radila istraživanja u fotografiji, da bi Nicephore Nipce nabavio kameru sa sabirnom lećom te izvodio pokuse, i izveden je prvi



fotografski aparat koji postavlja osnovu svih fotografskih aparata. Braća Niepce su prema navodima predstavnici i prve fotografije uopće (Slika 2). Poslije istraživanja braće Niepce počeli su eksperimentirati i sa kolor fotografijom, iako se tada još nije razvila tehnologija koja bi mogla očuvati obojene tonove od izbljeđivanja. Škotski fizičar James Clerk Maxwell 1861. fotografirao je prvu poznatu kolor fotografiju. Izumiteljem kolor fotografije 1869g. smatra se Louis Ducos Du Hauron. Dao je velik obol kolor fotografije sedamdesetih godina 20st. time što je prvi razradio suptraktivnu sintezu boja i prvi izradio kolor-fotografiju na principu suptraktivnog miješanja boja. Glavni problem kolor fotografije u to vrijeme je bilo da upotrebljavani materijali nisu reagirali sa zelenom i crvenom svjetlošću. Problem je riješen tek u 20. st. kada je Rus Sergei Mikhailovich upotrijebio metodu monokromatskog slikanja kroz zelene, crvene i plave filtre. Fotografije dobivene tom metodom zahtijevale su posebnu napravu kako bi se fotografije mogle gledati, a dobiveni rezultati su bili impresivni, čak i za današnji standard.

Pošto je kolor fotografija rezultat razvoja crno-bijele fotografije, tako su i kolor tehnike spontani odraz crno-bijelih postupaka. Kod crno-bijele fotografije obično su ljudi navikli gledati svijet u sivim tonovima, dok u kolor fotografiji u šarenilu prirodnih boja. Obje fotografije izrađene u normalnim tehnikama su realistične, dok ove u bojama nazivamo subjektivno realističkim (modernističkim) jer su izvedene iz prirodnih motiva.



Slika 2. Prva fotografija u svijetu

Izvor: <https://wordpress.com/>

Svi moderni kolor filmovi imaju tri različito senzibilizirana sloja na tri osnovne boje. Razvitak Du Hauronova izuma nije se mogao primjenjivati u praksi sve dok nije izumljena pankromatska ploča, s kojom su nestale poznate poteškoće oko ekspozicije crvenim filtrom. Prava pankromatska ploča koja je osjetljiva na sve boje izlazi 1906., odnosno do proizvoda I.G. Farbenindustrie.

Prije otkrića troslojne kolor fotografije spominje se interferencija svjetla koju je izumio Gabriel Lippman. 1891. Postupak je omogućavao da se proizvedu kolor fotografije na načelu pojave svjetlosne interferencije tankih listića. Za razliku od želatinskih-pigmentnih filtera ili otopina drugih materijala, interferencijske boje kao filtri bili su idealno čisti s točno određenim valnim duljinama. Danas se ti filtri proizvode na drugačiji način. Prvi aditivni postupak u kolor fotografiji pripada James Clerk Maxwellu 1861. S obzirom da tada nije još postojala ortokromatska ploča, a pogotovo pankromatska i s obzirom da boje u projekciji nisu bile osobite ipak se smatra da je Maxwell dokazao ispravnost teze o tri

osnovne boje u projekciji.

Fotografija na papiru još nije bila ni blizu moguća, htio je svojim eksperimentom dokazati ispravnost Young-Helmholtzove teorije o trikromatskoj percepciji boja. Pokus je uspio i princip je dokazan. Još veći korak u proizvodnji kolor fotografije po aditivnom principu učinili su braća Lumiere 1908. sa Autocrome-pločom. Te ploče su imale ispod emulzijskog sloja još jedan sloj koji se sastojao od obojenih škrobnih zrnaca u plavoj, zelenoj i crvenoj boji a one su tvorile homogenu mozaičnu mješavinu. Unatoč tome što je kvaliteta snimka dijapozitiva na pločama bila dobra, postupak se nije pokazao dobrim upravo zbog niske osjetljivosti ploča. Kad se činilo da je aditivni postupak završio svoj razvojni put u proizvodnji kolor fotografije, pojavio se izumitelj E.H. Land. koji ju je ponovno oživio. Prvo ju je primijenio na kinematografski film „Polavision“ a zatim sukcesivno na aktualne invertibilne filmove širine 35mm. Milijuni autokromatskih ploča su korištene u prvoj četvrtini 20st. prije nego su ploče zamijenjene filmskim verzijama 1930.

Prvi komercijalni kolor film je prethodno spomenut Autocrome 1907. , a prvi moderni kolor film je bio Kodachrome 1935. koji se zasnivao na tri emulzije. Posljednja filmska verzija od autokroma je Alticolor 1950-1955. Mnogi aditivni principi u fotografiji su bili dostupni u periodu od 1890- 1950. ali nitko osim možda iznimke Dufaycolor nije bio popularan i uspješan poput autokromatske ploče od braće Lumiere. Poslije toga se najviše upotrebljavao Polarcrome film 35mm za ne digitalnu fotografiju koji je započet 1983. a ukinut dvadesetak godina kasnije.

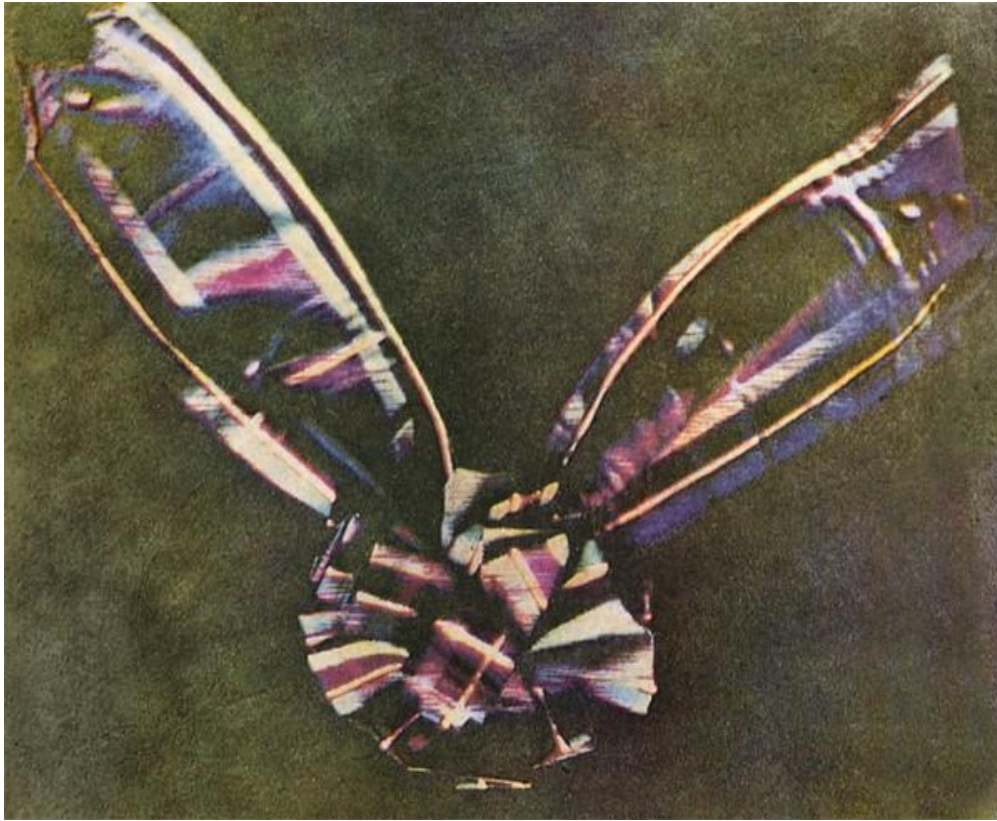
### **3. RAZVOJ KOLOR FOTOGRAFIJE KROZ POVIJEST**

Do kolor fotografije došlo je nakon dugogodišnjih istraživanja i tisuća eksperimenata, što ih je izvodio velik broj teoretičara i praktičara. [2]

Veću promjenu u poimanju boje promijenio je Isaac Newton svojim otkrićem 1669. kada je dokazao da je sunčevo svjetlo mješavina spektralnih boja, a ne materijalne boje pigmenata i njihova fizička svojstva kako su do tada mislili umjetnici. Newton je prvi zamijetio dugine boje i znao je da se te boje mogu dobiti prolaskom bijele svjetlosti kroz prizmu.

Eksperimentalno je to pokazao tako da je rasuo bijelo svjetlo na zid komore i sabrao ga opet natrag lećom sabiračom.

Kako je taj dokaz u to vrijeme bio teško prihvatljiv, Newton je nailazio na brojne kritike od strane umjetnika koji su se tome jako protivili. Na svojim daljnjim istraživanjima zaključio je da neki predmeti poprimaju svoju boju tako što neke boje apsorbiraju a druge reflektiraju. Naime teško je i sada shvatiti a pogotovo u to vrijeme kada se govori o miješanju svjetlosnih boja i pigmenata. Zna se da su osnovne boje plava, zelena i crvena, i da njihovim aditivnim miješanjem u projekciji nastaje bijela svjetlost. Međutim malo je teže shvatiti kako primjerice zelena i crvena daju žutu. Objašnjenje se nalazi u presjeku elektromagnetskih valova što se nalazi u oku čovjeka, a samo rješenje tog problema leži u raznolikosti boja i miješanja, odnosno dali su boje svjetlosne i dali se miješaju aditivno ili su pigmentne i dali se miješaju suptraktivno. Engleski fizičar James Clerk Maxwell je na svom predavanju 1861. pokazao kako se pomoću plave, zelene i crvene boje mogu projiciranjem dobiti sve ostale i za njega se vežu počeci kolor fotografije. U tom eksperimentu je snimio jednu vrpcu sa tri različita aditivna filtra od stakla kroz koje je puštao svjetlost i dobio negative. Iz negativa je izradio pozitive i projicirao ih preko spomenuta tri filtra. Crvena snimka sa crvenim filtrom, zelena sa zelenim filtrom i plava sa plavim filtrom. Sve te tri slike je točno preklopio i dobio je prvu optičku sliku u boji projekcijskim putem po aditivnom postupku miješanja boja. Kvaliteta slika je bila loša, ali pokus je bio uspješan, no usprkos svemu tu ima dosta nejasnoća kada se gleda da je to bilo davne 1861. i kada se zna s kakvim su se materijalima služili. Postavljalo se pitanje kako je mogao doći do zelene i crvene snimke, to jest do snimaka preko zelenog i crvenog filtra kad je ta vrste emulzije bila potpuno neosjetljiva na zeleno i crveno odnosno na zelene i crvene zrake bijelog svjetla.[1] Izumiteljem fotografije u boji nazivamo Louisa Ducosa Du Haurona 1869. jer je prvi izradio suptraktivnu sintezu boja i prvi izradio kolor fotografiju na principu suptraktivnog miješanja boja (Slika 3). On je u svojim postavkama objašnjavao da su pigmenti apsorbiraju odnosno oduzimaju od svjetlosti sve boje osim vlastite koju reflektiraju.



Slika 3. Prva kolor fotografija

Izvor: <http://fotodanimladih.com.hr/>

Teoriju o refleksiji i apsorpciji je za pretpostaviti preuzeo od Newtona koji je već prije došao do tog saznanja. Hauron je izradio najstariji poznati pigmentni postupak (trikromija) za koji se zna u kolor fotografiji, a u početku je za rad upotrebljavao kalotipiju (snimanje i presnimavanje na papiru) sve dok nisu počeli koristiti staklenu želatinsku ploču i senzibilizatore 1871. Hauron je na sastanku fotografskoga društva u Parizu 7. svibnja 1869. pročitao svoje teoretske osnove kolor fotografije te se taj datum smatra rođenjem kolor fotografije. Izumiteljem kolor fotografije je bio priznat zbog par konkretnih ideja i rješenja, a kao prvi se može navesti njegova spoznaja da se pomoću tri boje, magenta, zelene i cijan mogu proizvesti sve boje ako su pomiješane određenim proporcijama. U početku dosta problema je imao zbog toga što se u to vrijeme još nije znalo za pankromatsku emulziju. Tek kasnije 1880. kad je napokon došla na tržište, uvelike mu je olakšala posao i dolazio je do sjajnim izvedbi. Za razliku od nekih drugih praktičara koji su pokušavali preuzeti

njegove ideje, Hauron je svoje radove izveo suptraktivnom metodom na papiru i omogućio je izradu slika teorijski i praktično tom metodom.

Trikromija se u to vrijeme povezuje sa Hauronom koji je papir od sloja želatine i čađe od svjetiljke izrađivao na način da je senzibiliziran kalijevim bikromatom, te tako prepariran papir eksponirao suncu te prao u toploj vodi gdje bi na kraju dobio pozitiv sliku na papiru. Kada se umjesto čađi upotrijebi druga boja pigmenta onda se dobiva monokromatska slika u jednoj boji. Hauron je prvi primijetio da su za trikromatsku sliku potrebne tri vrste pigmenata sa tri vrste papira, odnosno u žutoj, ljubičastoj i plavoj boji. Suvremena kolor fotografija se još i danas temelji na principa koje je postavio Ducos Du Hauron. Principi tiskanja sve do danas se temelje na crno-bijelim izvadcima (plavima, crvenim i zelenim) koji se tiskaju u žutoj, magenta ili cijan boji. 1906. pojavila se pankromatska ploča od Farbenindustrie. Te godine je i počela njezina proizvodnja u Londonu s komercijalnom eksploatacijom. Ranijih godina su pravljene slične ploče, ali ni jedna nije bila toliko dobra kao pankromatska. Gabriel Lippman se bavio interferencijom svjetla 1891., a taj postupak je omogućavao da se proizvede kolor fotografija na načelu pojave svjetlosne interferencije tankih listića. Kako bi se postigao učinak interferencije fotografska ploča se presvlačila sa srebrenim bromidom koji se nalazio sa emulzijske strane. Ta strana se pomoću specijalne kazete stavlja u kontakt sa živom koja je formirala pojavu interferencije. Nakon snimanja i dobivanja pozitivne slike, ona se dalje promatra kroz odgovarajuće specijalne prizme te su se dobivale lijepe interferencijske boje. Lipman je 1908. došao na ideju o aditivnom postupku pomoću rastera na bazi sitnih leća i za to je primio Nobelovu nagradu. Ono što je zanimljivo kod ovog postupka je da se interferencijske boje mogu koristiti kao filtri i oni bi bili idealno čisti s točno određenim valnim duljinama. Treba spomenuti još da se danas prave na drugačiji način. Još i danas nakon 70 godina postojanja kolor fotografije (moderne tehnologije) principi su ostali isti kod preokretnih i kod negativ-pozitiv postupaka, što znači da su gotovo svi današnji troslojni kolor-materijali izrađeni po načelu suptraktivnog miješanja boja. Sve današnje materijale bismo mogli podijeliti u nekoliko grupa: 1. Negativ-pozitiv materijali s postupcima obrade negativa i pozitiva, 2. Invertibilni filmovi i papiri za izradu dijapozitiva i slika po invertibilnom procesu obrade, 3. Polakolor-materijali difuzijsko-prijenosnog procesa, 4. Materijali s nanesenim sintetskim bojama u

slojevima u toku produkcije foto-materijala koji se razlikuju i po obradi, 5. Troslojni materijali u boji s komponentama za boje i odvojenim stvaraocima boja.

### 3.1 Pojava fotoaparata

Razvojem kolor fotografije raste potreba i za fotografskim aparatom kako bi se omogućilo snimanje trostrukih ekspozicija kroz tri različita filtra sa što većom brzinom i jednostavnošću. Prvi na ideju toga se sjetio Ducos Du Hauron i izumio je fotoaparat kojega je nazvao „melanochromoscop“ (Slika 4). Sastojao se od jednog objektiva, tri negativa jedno iza drugog, sistema unutrašnjih leća i polu-prozirnih zrcala i filtara u boji.



Slika 4. Prvi fotografski aparat

Izvor: <http://www.supervizuelna.com/>

Aparat koji je također zaslužio posebnu pažnju je JOS-PE fotoaparat. S njim su se mogle praviti „moment-snimke“ tako da su sve tri ploče snimane istodobno jer je aparat imao osim kazete na optičkoj osi još dvije kazete sa strane.

JOS-PE aparat se brzo proširio iz Njemačke po cijelome svijetu, no izumom Kodachrome filmova 1935. i Agfacolor filmova 1936. vrlo brzo je ova kamera nestala sa tržišta.

Proizvedena je još i MIKUT-KAMERA koja je umjesto zrcala koristila prizme, zatim kamera Leona Didiera i Camillea Nacheta koja je imala tri objektiva, slična

stereokamera u razmacima od 28mm. Frederick Eugen Ives iz SAD-a je bio realizator raznih aparata za kolor fotografiju. Najistaknutiji njegov proizvod je bio „Fotochromoscop“, projektor koji je služio za promatranje crno-bijelih izvadaka negativa preko aditivnih filtara u boji. Izradio je još i stereokameru analognu foto-kromoskopu, a 1895. izradio je još i kombiniranu „Laternu maglicu“ s kromoskopom. BERNPOHL-MIETHE KAMERA - Ime nastalo od berlinskog profesora Adolfa Miethea koji je izumio senzibilizator osjetljivog još i na zeleno i žuto pored plave i ljubičaste boje. On je bio i konstruktor jednog uređaja čiji se proizvođač zvao Bernpohl. Napravio uređaj na koji se mogla staviti kamera za ploče i bilo joj je omogućeno brzo pomicanje triju filtri jer je uređaj bio konstruiran na saonice da idu gore-dolje.

#### **4. OSNOVE KOLOR FOTOGRAFIJE**

Uspoređujući fotografiju s likovnim djelom može se primijetiti da kolor fotografija sadržava jedan ili dva elementa više nego crno-bijela fotografija. Dok se crno-bijela fotografija oslanja na svijetlo i sjenu kao glavne elemente, kolor fotografija koristi boju kao komponentu psihičkog kompleksa. U crno-bijeloj fotografiji crta samo imaginarno odvaja plohe tonova različitih zacrnjenja, dok se kod kolor fotografije nalazi na granicama boja i tonova. Prema tome kolor fotografija je bliža likovnoj stvarnosti nego crno-bijela.

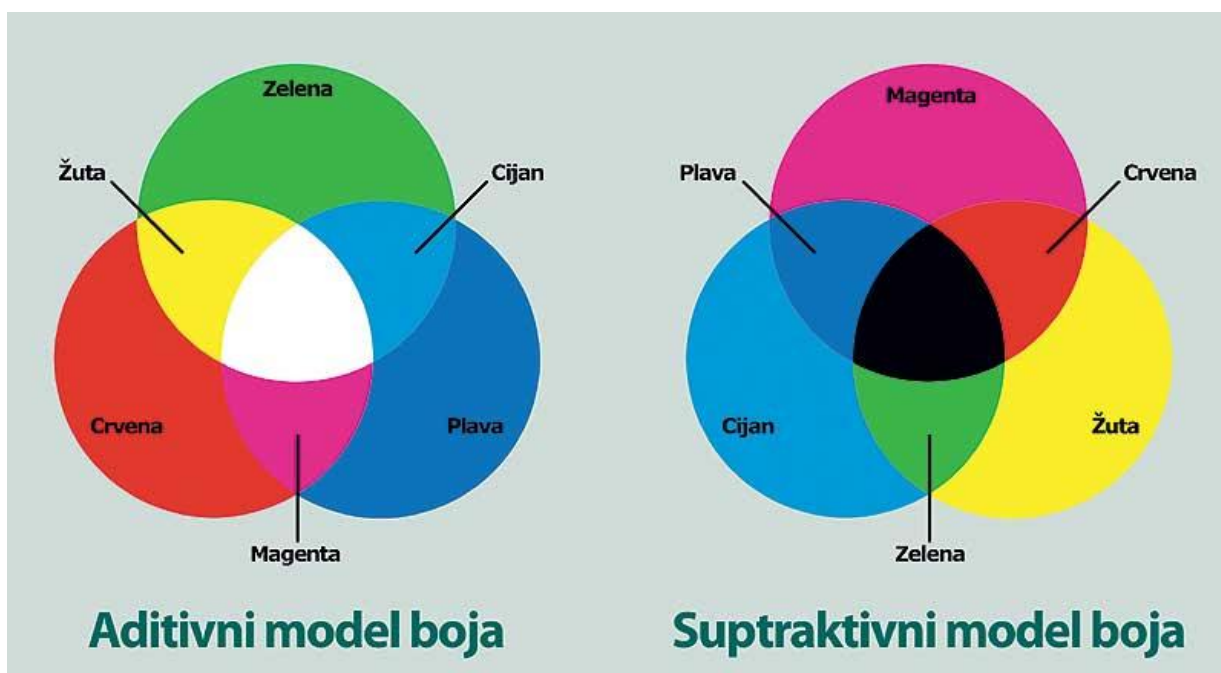
##### 4.1 Boja u kolor fotografiji

Boja je rezultat svijetla, I bez svijetla se ne može ništa vidjeti pa niti boje. Boja nije karakteristika objekta, ona je karakteristika svijetla. Da se boja kao element kolor fotografije ispravno opisala i ocijenila treba se sagledati s više aspekata. Boju se treba promatrati sa stajališta fizike, psihologije i psihofizike pa i biologije i kemije. Primjerice fizika proučava boje sa stajališta karakteristika svijetla kao energije zračenja i bavi se kolorimetrijom. Psihofizika se bavi bojama kao fenomenom svjetla u interpretaciji fizikalnih pojava. Psihološka terminologija dolazi u obzir za praktičnu kolor fotografiju, dakle ona područja kojih se dotiče fizika i psihologija. Kad se gleda s psihološkog stajališta, tri su glavne karakteristike boje kao vizualnog osjećaja i percepcije: 1- ton boje, 2-



zasićenost, 3- svjetloća. Razlikuju se tonovi po prvoj navedenoj karakteristici, primjerice zeleno od crvenog, plavo od žutog, ali i žuto-crveno od žuto-zelenog. Boja je kvaliteta utiska što ga čovječje oko vidi u odnosu na različite valne duljine. Sve boje se dijele na kromatske i akromatske. Kromatske su „obojene“ ili u „tonu“ a akromatske su „bezbojne“ ili bez „tona“.

Vrlo važan faktor u kolor fotografiji je pojam sinteza boja. Kod sinteze boja postoji suptraktivno i aditivno miješanje boja.



Slika 5. Aditivno i suptraktivno miješanje boja

Izvor: <http://www.sk.rs/>

Projekcijom prirodnih boja kroz film kao rezultat se vidi zbroj triju boja u pojedinim slojevima. Te boje (pigmentne, materijalne), su jedna iznad druge u slojevima koje djeluju kao filtri i oduzimaju projiciranom bijelom svjetlu dio njegova spektralnog sastava (plavi, zeleni ili crveni), a ostatak se vidi kao boja dotičnih slojeva. Primjerice ako se projekciji vidi žuta boja, znači da ova oduzima bijelom svjetlu plavi dio vidljivog spektra, a ostatak (zeleno + crveno) se vidi kao žuta boja. Kad se želi u projekciji dobiti crno onda kao

rezultat dobivanja crne boje je oduzimanje plavog, zelenog i crvenog dijela vidljivog spektra, odnosno cijelog vidljivog spektra ili svega bijelog svijetla. S time su apsorbirane sve boje, odnosno sve vidljivo zračenje, pa kao posljedica rezultira crno-nevidljivo. To se događa uvijek kod suptraktivnog miješanja boja. Zove se suptraktivno jer suptrahira ili oduzima bijelom svijetlu dio njegova sastava, odnosno jednu ili dvije od osnovnih spektralnih boja: plavu, zelenu ili crvenu.

Aditivno miješanje boja radi na principu dodavanja jedne osnovne boje drugoj. Primjerice ako se plava doda zelenoj, dobit će se plavo-zelena, ako se zelena doda crvenoj, dobiti će se žuta, a ako se plava doda crvenoj, dobiti će se ljubičasta.

Ovo pravilo vrijedi samo za dodavanje čistih spektralnih boja koje su rastavljene od bijelog svijetla kad se projiciraju na ekranu sa tri različita projektora kao tri izvora svijetla jedno preko drugog. Međutim kada bi se te iste boje projicirale s jednim projektorom jednu povrhu druge, onda bi to bilo suptraktivno miješanje boja, jer boje u tom slučaju djeluju kao filter i oduzimaju izvoru svjetla dio spektralnog sastava.

Prikaz aditivnog i suptraktivnog miješanja boja: (Slika5)

Aditivno miješanje boja:

zeleno + plavo = plavo-zeleno (cijan)

zeleno + crveno = žuto

plavo + crveno = ljubičasto (magenta)

Suptraktivno miješanje boja:

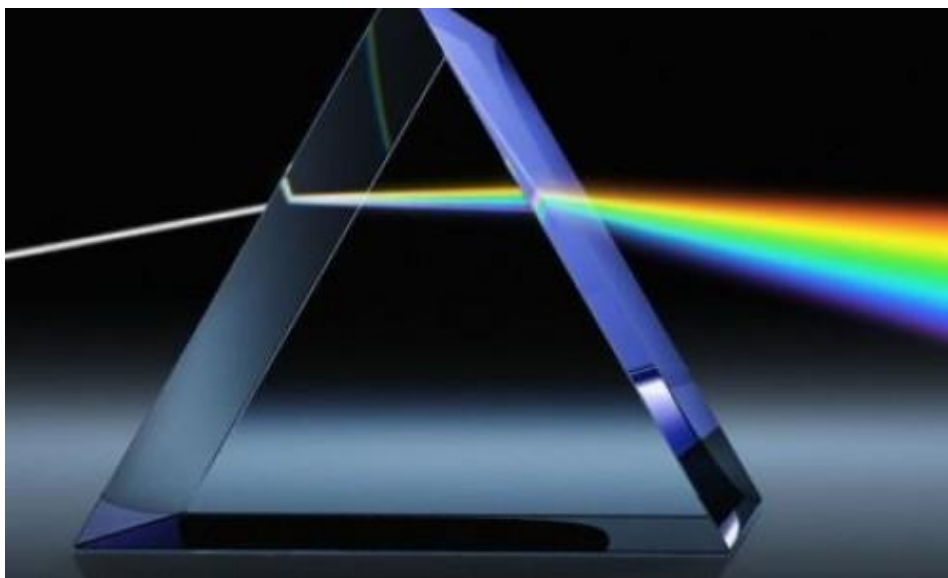
bijelo – plavo = žuto

bijelo – zeleno = ljubičasto (magenta)

bijelo- crveno = plavo-zeleno (cijan)

Bijelo sunčevo svjetlo se može rastaviti pomoću prizme na niz boja koje znamo kao dugine boje ili spektar.(Slika 6) To svjetlo je mješavina čistih spektralnih boja: ljubičaste, plave, plavo-zelene, zelene, žute, magente, crvene i cijan. One nisu u tom spektru strogo odijeljene, već se nadovezuju jedna na drugu, ali se ipak mogu podijeliti na tri jednaka dijela: plavi, zeleni, crveni. U kolor fotografiji te osnovne boje se još nazivaju aditivne, a komplementarne još i suptraktivne boje. Iz ovog se može postaviti pravilo da ako se

aditivno pomiješaju dvije osnovne boje, dobije se uvijek jedna komplementarna boju. Ali ako se suptraktivno pomiješaju dvije komplementarne boje, dobiti će se jedna osnovna. Međutim ne postoji ni obrnuto pravilo da se aditivnim miješanjem dviju komplementarnih boja uvijek dobije jedna osnovna boja.



Slika 6. Prolazak sunčeve svjetlosti kroz prizmu

Izvor: <http://e-kako.geek.hr/>

U svim kolor materijalima boje rezultiraju suptraktivno pa se po tom materijali nazivaju još i suptraktivnim. Svi troslojni kolor materijali su izrađeni po principu suptraktivnog postupka. Taj postupak se odnosi na sve invertibilne, negativ i pozitiv kolor materijale. Presjekom takvog kolor filma i pogledom kroz mikroskop može se vidjeti da se sve boje u njemu sastoje iz tri suptraktivne ili komplementarne boje: žute, ljubičaste i plavo-zelene. U svim materijalima koji su izrađeni po principu suptraktivne sinteze postoje tri osnovna sloja od kojih je prvi sloj osjetljiv na plavo i daje žutu boju nakon obrade, drugi sloj osjetljiv na zeleno i daje ljubičastu boju i treći sloj osjetljiv na crveno a daje plavo-zelenu boju. Film inače ne sadržava boje, već se boje u filmu stvaraju tek u toku razvijanja. Nove poglede na boje donio je W. Oswald oko 1920. jer je u boje ubrojio bijelo, sivo i crno ali kao ne šarene boje. Ako šarene boje nisu čiste (zasićene) sadržavaju u sebi i nešto bijeloga, crnoga ili oboje. Zbog toga je svaka šarena boja pored svoje zasićenosti određena još i svojim tonom.

Oswald je napravio krug boja tako da je poredao 100 čistih boja po njihovu tonu u krug, tako da je miješanjem dviju susjednih parnih ili neparnih boja u jednakim dijelovima dobio među-boje. Ne šarene boje (bijela, crna i siva) daju linearnu ljestvicu a kombinacijom kruga i linija dobije se prostorno tijelo svih boja.

## **5. SNIMANJE U KOLORU**

Općenito se kaže da se kolor filmovima snima na isti način kao i crno-bijelim filmovima. Kod toga se misli na fotoaparate i ostala tehnička pomagala, a manje se misli na kvalitetu snimanog materijala, te obradu i ostale uvjete snimanja. Treba znati da i najbolji snimak može biti upropašten lošom obradom, pa makar je snimljen i na najkvalitetnijem materijalu. Zato se kvaliteta odabranog fotomaterijala i rezultati moraju promatrati samo kroz optimalnu obradu. Pošto kvaliteta materijala nije u opisu posla fotografa i stručnjaka, pa ni tijekom obrade ne odstupa daleko od jednog fotografa do drugog, opet se moraju sagledati drugi čimbenici koji utječu na kvalitetu snimke a to su: 1. Format kamere i optika, 2. Točna ekspozicija, 3. Svjetlo i upotreba filtara, 4. Objekt snimanja (boje i kontrast). Uvjet za dobru snimku također podrazumijeva i određenu kvalitetu kamere. Kvaliteta kolor fotografije ovisi i o zasićenosti boja, što je opet u ovisnosti o debljini emulzijiskih slojeva. (Slika 7) Primjena velikih formata važna je kod kolor fotografije jer se davala određene prednosti nad malim formatima. Primjerice kod portretne fotografije postoji mogućnost retuširanja kolor negativa samo u velikim formatima, te imaju prednosti u grafičkoj primjeni gdje se postižu kvalitetniji izvadci i bolje mogućnosti markiranja.



Slika 7. Primjer kolor fotografije

Izvor: <http://www.photographyicon.com/>

Kako po Lambertovu zakonu jakost svjetla opada s kvadratom udaljenosti i kosinusom kuta, tako svjetloća slike na krajnjim rubovima ne može biti ista kao u centralnom dijelu. U crno-bijeloj fotografiji se te razlike i ne zapažaju zbog većeg raspona osvjetljenja emulzije. Za razliku od crno-bijele, kod kolor fotografije, naročito kod preobratnih filmova koji imaju visoku gamu i mali raspon ekspozicije te se razlike uočavaju kod širokokutnih objektivna, a posebno pri radu s izmjeničnim objektivima različite žarišne duljine gdje razlike dolaze izražaja komparativno. U kolor fotografiji filmovi se moraju imati točno vrijeme eksponiranja prema njihovoj deklariranoj osjetljivosti i po propisu razvijati, za razliku od crno-bijele fotografije gdje traje kraće ili duže za određenu osjetljivost filma. Kod kolor fotografije postoji razlika u tome što se negativ-pozitiv kolor postupak daje međusobno podesiti izborom tvrde ili mekše gradacije papira, te tako zapravo korigirati neispravno razvijeni kolor negativ. U invertibilnom procesu to nije moguće ostvariti. Kod kolor negativ filmova postoje i veće mogućnosti variranja s vremenom eksponiranja, nego kod invertibilnih filmova zbog toga što su prvi niže game i većeg raspona snimanja. Kod kolor negativa će varijacija 1 otvora objektivna davati više- manje potpuno ispravan rezultat. Korekcija osvijetljenih kolor filmova ipak je moguća, najviše za 1 objektiv ali samo u individualnoj obradi.

Kako bi se postiglo točno vrijeme eksponiranja, kao prvo potrebno je provesti kontrolu zapora i svjetlomjera te ih sinkronizirati. To se može postići na sljedeći način: Ako svjetlomjer za određenu osjetljivost filma pokazuje da treba uzeti vrijeme ekspozicije od 1/30s uz otvor objektiva f/8, tada će se izvršiti niz snimaka uz različita vremena a isti zaslon primjerice 1/60s-f/8, 1/30s-f/8, 1/15s-f/8. Nakon obrade se mora utvrditi koje je vrijeme eksponiranja bilo točnije. Ako se pokaže da bi gustoća boja najbolje odgovarala ekspoziciji od 1/30 s f/8-11 , onda prigodom svakog snimanja će se korigirati vrijeme eksponiranja za posla otvora objektiva. Fizičar Schwarzschild je korigirao zakon o reciprocitetu, pa se kaže da je gustoća zacrnljenja osvijetljene fotografske emulzije ovisna o produktu intenziteta svjetla i vremenu osvjetljenja. Zakon reciprociteta vrijedi samo za normalni raspon ekspozicija, ali ne za suviše duga vremena osvjetljavanja. Schwarzschildov efekt je u kolor fotografiji od značajno utjecaja, pogotovo kod rada s invertibilnim filmovima za razliku od crno-bijele fotografije. Ekspozicija utječe na sve ostale procese u snimanju i o njoj dosta toga ovisi pa se ona po potrebi produžava ili skraćuje. No mora se znati da se dobra reprodukcija boja postiže samo ispravnom i dobro proračunatom ekspozicijom. Materijali za snimanje prvenstveno moraju biti osjetljivi na svjetlo pa je stoga potrebno da bi se postigao fotografski učinak osvijetlili tu fotografsku emulziju pod određenim uvjetima obrade da se dođe do određenog zacrnljenja.

Formula za taj proces je  $E = I \cdot t$  što znači da je vrijeme eksponiranja ili osvjetljenje filma određena umnoškom intenziteta svjetla koje pada na film i vremenu osvjetljavanja. Kad je poznata opća osjetljivost filma i kad se već odredila ekspozicija po svjetlometru ili po tablici osvjetljenja, mora se još uzeti u obzir i neke

eventualne korekcije, tako da se za konačnu ekspoziciju uzimaju elementi: 1.ekspoziciju očitane po svjetlometru ili tablici osvjetljenja, 2. eventualnu korekciju ekspozicije zbog posebnih uvjeta, 3. eventualna korekcija ekspozicije zbog upotrebe filtera, 4. Eventualna korekcija ekspozicije zbog Schwarzschildovog efekta. U kolor fotografiji dnevno svjetlo ili umjetna rasvjeta moraju biti određene kvalitete, za razliku od crno-bijele gdje to ne igra veliku ulogu. Inače se mora svjetlo uskladiti s filmovima i mjeriti posebnim mjerilom za temperaturu boje. To je jedan od osnovnih uvjeta za snimanje filmova u boji da bi se dobila ispravna reprodukcija boja. Kada se govori o izvorima svjetlosti mora se reći da su u

ovisnosti o filmu i da se mogu korigirati u odnosu na određen film. Međunarodna komisija za svjetlo je propisala tri standardna izvora svjetlosti: 1. Žarulja punjena plinom (1854K), 2. Ista žarulja s Davis-Gibsonovim filtrom (4000K), 3. Ista žarulja u kombinaciji s Davis Gibsonovim filtrom (6000K). Kao što se vidi temperatura boje se mjeri u Kelvinima, a za ispravnu upotrebu filmova koriste se umjetni izvori svjetlosti, no sve veća upotreba je i filmova za danje svjetlo. Prije nego što započne proces snimanja, potrebo je odrediti temperaturu boje i uskladiti je s filmom kojim snimamo pomoću konverzijskog filtra. Sredstvo za mjerenje temperature boje je kolorimetar. Sve vrste filmova još se mogu podijeliti na filmove sa niskom, srednjom i visokom osjetljivošću.

### 5.1 Svjetlosni filtri

Svjetlosni filtri su svako fizičko tijelo koje propušta neke valne duljine svjetla a druge apsorbira. (Slika8) U kolor fotografiji filtri su posebno važni, jer se s njima susrećemo na svakom koraku. Unatoč tome što nisu uvijek nužni za snimanje, uvijek su potrebni za izradu kolor fotografije.



Slika8. Filtri u kolor fotografiji

Izvor: <http://oneslidephotography.com/>

Filtri se dijele po namjeni i po načinu izvedbe. Da bi se filtre bolje razumjelo mora se znati nešto i o gustoći i propusnosti svjetlosti. Bez obzira koje je boja filtra, mora se znati količina propuštene i količina apsorbirane svjetlosti kroz jedan filter. Odnos između te

dvije stavke zove se propusnost ili transmisija. U praksi snimanja je uobičajeno da se govori o gustoći filtra ( $D$ ), i ona se definira kao logaritam opaciteta  $D = \log A/A_1$ . Svaki filter apsorbira određeni dio svjetlosti, te se stoga vrijeme eksponiranja mora povećati, a to se može učiniti na više načina: 1. Pojačavajući intenzitet svjetla, 2. Širenjem otvora objektiva, 3. Duljom ekspozicijom. Tako svaki filter ima svoj faktor produljenja ekspozicije. Kada god se upotrijebi neki filter (osim većine UV filtera) pri snimanju kolor filmova, mora se produžiti vrijeme eksponiranja. [3] Kod tehnika reproduciranja bitan je test ekspozicije, predekspozicija, čistoća originala te kopiranje. Dijapozitive je najbolje kopirati u kontaktu kada se radi o velikim formatima pa nadalje. Za aparate koji imaju kolor-glavu podrazumijeva se da imaju odgovarajuće filtre za izradu kolor slika, pa i za uklanjanje dominante „štiha“ pri dupliciranju slajdova ili većih dijapozitiva-duplikata. [4] Mnogo je načina za reproduciranje pozitiv-slika i negativ-slika na filmu. Najobičniji primjerci su presnimavanje u kontaktu, snimanje projicirane slike na projekcijskom platnu s prednjom ili stražnjom projekcijom te projekcija slike izravno na filmsku emulziju aparatom za povećanje.

## 6. FOTOGRAFSKI SUSTAVI

### 6.1. Kolor- negativ film

Postoje dva osnovna tipa kolor-negativ filmova: maskirani (kod kojih su drugi i treći emulzijski slojevi obojeni žuto) i nemaskirani. Suvremeni kolor filmovi su uglavnom svi sa maskom. Maska otklanja nedostatke u bojama koje se formiraju u negativu za vrijeme obrade i time se poboljšava opća reprodukcija boja. [5] Izrada kolor fotografije pomoću maski spada u posebnu tehniku izrade kolor fotografija. Kad je maska u boji ispravne zasićenosti i game položena na kolor-negativ, ona tada korigira boju određene komponente (magenta, plavo-zelenu ili žutu). Međutim kada je maska „neispravna“, ona korigira boju negativa nejednako po ljestvici zasićenosti. Korigirati će je ako je prevelike gustoće ili nedovoljno korigirati ako je preslabe gustoće. Ova se tehnika temelji na slučaju



natkorekcije, odnosno kad je maska prevelike zasićenosti boje, kaže se da je previše tamna ili gusta. Maske u boji se izrađuju za normalnu korekciju s rasponom gustoće 0,5-0,6, kad je još u crnom elementarnom srebru, no ona ovisi o gustoći samog kolor-negativa. Prema tome se može zaključiti da i maska u boji varira u zasićenosti. Jedino što se može za masku reći je to da mora biti jača nego što bi bilo potrebno da izvrši normalnu korekciju komponente, kad bi se išlo za tim da se dobije korigirana boja.

## 6.2 Kolor negativ-pozitiv sustav

Sustav koji se temelji na istoj osnovnoj ideji kao i crno-bijeli negativ-pozitiv sustav. Snimanjem fotografskim aparatom dobiva se osvijetljeni film koji se naknadno kemijski obrađuje te dobiva negativ, a povećanjem (osvijetljavanjem fotografskog papira kroz negativ- aparatom za povećanje, kontaktnim kopiranjem ili na neki drugi način) i kemijskom obradom osvijetljenog papira dobiva se slika na papiru-pozitiv. U ovom se fotografskom sustavu reproduciraju i boje objekta fotografiranja što zahtijeva drugačije fotografske materijale, kemijske obrade, ponekad i opremu nego osnovni crno-bijeli negativ-pozitiv sustav. Kolor negativ-pozitiv sustav polazi od negativ filma u boji.[6] U osnovi to su troslojni filmovi, jedan sloj bilježi sliku plavog dijela spektra, drugi zelenog i treći crvenog. Kao i kolor film, kolor fotografski papir je troslojan a sastoji se od sloja koji bilježi sliku plavog dijela spektra, sloja koji bilježi sliku zelenog dijela spektra i sloja koji bilježi sliku crvenog dijela spektra.

Kod svih laboratorijskih postupaka obrade kolor fotografskih materijala treba uzeti u obzir kako se tu radi o pankromatskim materijalima s kojima se radi u zamračenom fotografskom laboratoriju. Kod snimanja u boji treba uzeti u obzir kako sjene najčešće ne djeluju prirodno pa se općenito smatra kako se sjene više koriste u crno-bijeloj nego u kolor fotografiji. Upravo zbog toga kolor fotografija koristi više izvora svjetla iz pravca fotografskog aparata, primjerice (bljeskalica).

## 6.3 Kolor dijapozitiv sustav

U kolor fotografiji dijapozitiv sustav je vrlo čest za razliku od crno-bijele fotografije. Jedan

od razloga je sigurno taj što je kolor fotografija više usmjerena na snimanje, nego na rad u laboratoriju. Osnovna problematika ovih postupaka je dobiti što konkretniju reprodukciju onoga što je zapisano na filmu. U dijapozitiv sustavu ovaj problem je sveden na kemijsku obradu filma. Kvaliteta dobivene dijapozitiv slike je vrlo velika , pa se može reći da su mogućnosti dijapozitiv sustava u pogledu reprodukcije boja i sposobnosti razdvajanja veće nego kod kolor-negativ-pozitiv sustava. S toga kolor dijapozitiv sustav omogućuje projekcije dobivenih dijapozitiva na platna vrlo velikih formata.

#### 6.4 Kolor dijapozitiv-pozitiv sustav

Pošto se u profesionalnoj fotografiji dijapozitiv sustav često koristi, postoji potreba za dobivanjem pozitiva iz dijapozitiva češće nego kod crno-bijele fotografije. Presnimavanje dijapozitiva na negativ film pomoću side duplikatora je jedna od mogućnosti. Ali na ovaj se način u određenoj mjeri gubi na kvaliteti slike, a pogotovo se ne može računati na kvalitetu boja dijapozitiva odnosno dobiva se slika svojstava kolor negativ-pozitiv sustava. Kao alternativno rješenje bi bilo povećanje direktno s dijapozitiva na preobratni papir. Ipak, kad se dobila slika na papiru maksimalne kvalitete izdvojio se poseban kolor dijapozitiv-pozitiv sustav pod nazivom „Cibachrome“



Slika 9. Cibachrome postupka kolor fotografije

Izvor: <http://fatali.com/>

Temelji se na fotografskom materijalu koji u sebi sadrži gotova bojila. (Slika 9)

Kao i kod ostalih kolor fotografskih materijala gornji sloj predstavlja plavi spektar dok se u njemu nalazi žuto bojilo, zatim slijedi sloj ljubičastim bojilom koji bilježi zeleni dio spektra te sloj s plavo-zelenim bojilom koji bilježi crveni dio spektra. Kad se ovakav materijal osvjetli sa aparatom za povećanje (dijapozitiv) onda se nakon procesa svih obrada na kraju dobiva pozitiv slika koju karakterizira izrazito zasićenje boja i svjetlostalnost.

Za dobiti ispravan kolor-pozitiv potrebno je pustiti određenu količinu svjetla da prođe kroz kolor-negativ u projekciji (za povećanje) ili u kontaktu (za kopiju), te da onda osvjetli kolor-pozitiv materijal svjetlošću određenog spektralnog sastava. Taj spektralni sastav mora biti prilagođen karakteristikama kolor-negativ i kolor-pozitiv materijala. Jako velika razlika između crno-bijele i kolor-slike vidi se u tome što je za crno-bijelu kopiju potrebna samo određena količina svjetlosti da bi slika bila ispravna u zacrnjenju nakon razvijanja. Za kopiranje u boji uz to je potrebno još i da svjetlo kojim osvjetljujemo kolor-pozitiv bude određenih spektralnih karakteristika, da bi tako prilagođeno karakteristikama

kolor-negativa i kolor-pozitiva (papira ili filma) dalo sliku vjernih boja u tonu, svjetloći i zasićenosti. Upotrebom filtera mijenja se i spektralni sastav svjetla. Za ispravno kopiranje nije samo bitna usklađenost karakteristika spektralnog sastava s karakteristikama negativa i pozitivna, bitna je i kvaliteta kolor materijala

(senzibilizacije emulzija, razvijanje te karakteristika pojedinih boja u slojevima). Za kopiranje se može služiti sa dvije metode: suptraktivna i aditivna. Kopirnim strojevima se danas izrađuju kolor fotografije ili ručno gdje se upotrebljavaju aparati za povećanje kolor glave.

### 6.5 Suptraktivna metoda kopiranja

Plavo, zeleno i crveno spektralno područje bijele svjetlosti utječu u toku ekspozicije na tri emulzijska sloja kolor-pozitiv materijala od kojih je svaki sloj osjetljiv na jedno spektralno područje. Uz pomoć filtera komplementarnih boja (žuta, ljubičasta i plavo-zelena) stvaraju potrebnu mješavinu koja odgovara bojama upotrijebljenoga kolor-negativa i posebnoj osjetljivosti slojeva pozitiv- materijala, te u krajnjoj liniji daje ispravan pozitiv. Da bi se izradila kolor fotografija potrebno je imati niz tehničkih pomagala koja će omogućiti točnu ekspoziciju, uređaja za razvijanje papira te mijenjanje spektralnog sastava svjetla u aparatu za povećanje. S obzirom da je danas potrebno jako puno elemenata za kvalitetnu fotografiju treba se ipak ograničiti na ono najnužnije a to je ručna suptraktivna metoda kopiranja. Za nju je potrebno imati aparat za povećanje s kolor-glavom, sat za ekspoziciju i stabilizator napona.

### 6.6 Aparat za povećanje

Ono što fotografski aparat predstavlja pri snimanju to pri laboratorijskom dijelu izrade fotografije predstavlja aparat za povećanje.[7] Pošto kvaliteta gotove fotografije bitno ovisi o aparatu za povećanje, njegovu izboru treba pristupiti oprezno. Tih aparata ima raznih vrsta, no svi oni imaju sličnu konstrukciju. Sastoje se od tri osnovna dijela: tijela, tračnice i temeljne ploče. Osnovna razlika između aparata za povećanje je u izvedbi glave. Jedne

koriste izvor svjetlosti volframovu žarulju, dok druge koriste halogenu žarulju.

U nosač filtra se mogu staviti i drugi filtri, primjerice filtri za izradu kolor fotografije, što omogućuje izradu kolor fotografija aparatom za povećanje s klasičnom glavom. Aparati za povećanje za kolor fotografiju praktično su isti kao i za crno-bijelu fotografiju, jedina razlika je u tome što aparati za kolor fotografiju imaju ugrađena tri filtra u boji. Danas su ta tri filtra ( žuta, ljubičasta i plavo-zelena) obično kombinirana i za crno-bijelu i za kolor fotografiju.

– Test negativni

Kako bi se mogla uspješno upotrebljavati filtarska korekcija za kolor-negative i ekspoziciji kolor-pozitiva , potrebno je imati pouzdanu elektroniku koja će automatski određivati filtre pri izradi pozitiva i njoj potrebne ekspozicije. Najčešće greške koje se događaju pri izradi kolor fotografija jesu ne ispravnosti mjerenja test negativa i nekvalitetna prva fotografija čiji se negativ mjeri.[8] Kako bi mjerenje bilo što točnije potrebno je da i sam test negativ bude kvalitetan, i po mogućnosti da bude negativ iz tablice sivoga klina.

## 6.7 Osnove izrade fotografije u boji

Kad se kaže da je kolor fotografija u osnovnom tonu „dominanti štihu“, to označava da je bilo potrebno uskladiti spektralni sastav žarulje sa određenim osjetljivim materijalom uz pomoć određenih filtara. Može se dogoditi da osnovni ton dobijemo u jednoj od suptraktivnog filtra ili u jednoj od osnovnih boja. Kad se uklanja osnovni ton, onda se mora upotrijebiti filter iste boje kao što je i sam ton, gustoće filtra moraju biti proporcionalne gustoći osnovnog tona koji se uklanja, prejaka korekcija (previše gusti filtri) uzrokuje novi osnovni ton koji je komplementaran prvome, a za uklanjanje dominante upotrjebljavaju se samo filtri u jednoj ili dvije boje, inače bi filtri u tri boje izazvali sivu mreću koja samo produljuje ekspoziciju.

Gustoća slike i zasićenost boja u vezi je sa točnom ekspozicijom, i sve dok se ne odredi točna ekspozicija ne može se dobiti ispravna slika. Kako filtri apsorbiraju dio svjetla oni mijenjaju gustoću i boju filtara , tako se mora mijenjati i ekspozicija. Boje filtara se iz praktičnog razlog pišu skraćeno sa jednim slovom, ili se uopće ne pišu nego se podrazumjevaju primjerice žuti filter gustoće 30 je označen sa 30 ili ljubičasti filter sa 50

označen sa 50.

Primjer dodavanja filtra u toku rada:

20- 30

+5- 10

-----

Nova kombinacija 25 -40

ili se primjerice odbijaju 55- 25

-15- 5

-----

nova kombinacija 40 - 20



Slika 10. Kolorimetar, Smartschoolsystems.com

Izvor: <http://www.smartschoolsystems.com/>

Pri izradi kolor fotografije se koriste kolorimetri (kolor-analizatori) za brzo određivanje korekcijskih filtara i čistih boja.(Slika 10) Radi na principu komparativnog mjerenja vrijednosti gustoće boja poznatog i nepoznatog negativa uz pomoć aditivnih mjernih filtara. Kao što je ranije u tekstu spomenuto, ovaj instrument mjeri gustoću zacrnjenja a ne gustoću pojedinih boja. Glavni nedostatak kolorimetra je nemogućnost registriranja metamernih

boja. Najsuvremeniji tipovi kolor-analizatora su digitalnog tipa, no još savršeni su kolorimetri simultanog očitavanja koji jednim mjerenjem pokazuju sve vrijednosti gustoće filtara. Zna se da kolor fotografije koje koriste foto papir istih emulzijskih slojeva moraju biti osvijetljene po površini jednako ako su žarišne udaljenosti svjetla različite, ili se mijenja zaslon a vrijeme ekspozicije ostaje isto. Teško je reći koja je metoda bolja, no zna se da one metode koje imaju kolorimetar da radi samostalno, odnosno neovisno o analizatoru.

#### 6.8 Aditivna metoda kopiranja i povećanja

Filtri koji se upotrebljavaju za aditivnu metodu imaju posebnu značajku, a ta je da su mnogo gušći od filtara za suptraktivnu metodu kopiranja i vrlo su selektivni te su im ujedno i ekspozicije duge. Kako su svi filtri želatinski oni se mogu stavljati iznad objektiva aparata za povećanje, printera ili objektiva aparata za snimanje. U aditivnoj kao i u suptraktivnoj metodi postoje pravila korekcija osnovnih tonova a one za aditivnu glase: 1. Da se neutralizira osnovni ton jer treba pojačati intenzitet svjetla ili produljiti vrijeme ekspozicije, 2. Količina svjetla koja se oduzima ili dodaje, mora biti proporcionalna jačini osnovnog tona, 3. Natkorekcija će uzrokovati novi osnovni ton koji je komplementaran prvome, 4. Gustoća slike ovisi o trajanju svih triju ekspozicija, 5. Tonalitet slike ovisi o trajanju pojedinih ekspozicija, odnosno njihovom odnosu.

Primjer je dominantno plavi pokusni test. Plavo-zeleni sloj je osjetljiv na zeleno, a ljubičasti sloj osjetljiv na crveno, što znači da je plavozeleni sloj previše osvijetljen te se korigira tako da se pojača plavo svjetlo produljenjem vremena ekspozicije ili reduciranjem zelenog ili crvenog svjetla odnosno skraćivanjem ekspozicije.

#### 6.9 Strojna izrada kolor fotografija

Predstavnik ove grupe svakako je printer. To je stroj za brzu izradu kolor fotografija od negativa ili dijapozitiva. Jako su praktični i vrlo lako stanu u svaki prostor. Po konstrukciji to su aparati upravljani elektronikom i mikroprocesorima za povećanje manjih formata, aditivne ili suptraktivne metode kopiranja sa dodatkom ili bez dodatka svjetla. Printeri se mogu podijeliti po metodi izrade kolor fotografije, na one s aditivnim sistemom i

suptraktivnim sistemom.

## 7. SPECIJALNE TEHNIKE U KOLOR FOTOGRAFIJI

Nema sumnje da umjetnička kolor fotografija još uvijek nalazi nove putove subjektivnog izražavanja, jer nije mogla zauzeti mjesto koje je zauzela crno-bijela fotografija.(Slika 11) Mogućnosti subjektivnog izražavanja u kolor tehnikama su vrlo velike, te ih autori pokušavaju izvesti na različite načine i one se sve više usavršavaju. Pojedine su vrlo blizu modernoj grafici u bojama, ali se ipak ne mogu primijeniti uz svaki kolor-negativ ili kolor-pozitiv, nego je potrebno za određenu tehniku posebno pripremiti specijalni negativ ili dijapozitiv. Bolje rečeno na temelju karakteristika negativa ili pozitiva valja odrediti odgovarajuću tehniku.



Slika 11. Umjetnička kolor fotografija

Izvor: <http://www.forum-opp.com/>

S obzirom da se u umjetničkoj fotografiji ne traži vjernost boja, onda vrijedi pravilo : „Razvijaj i obrađuj onako kako znaš i možeš i kakve materijale imaš pri ruci“.[9] Kod ove



tehnike je najvažnije napomenuti da se kolor materijali niske game ne mogu upotrijebiti, već isključivo visoko-kontrastni. Takvi materijali se obrađuju jako uspješno u razvijateljima za kolor- papir a vrlo često imaju isti ili malo izmijenjen postupak obrade.

## **8. DIGITALNI SUSTAV**

Analogna fotografija je bila vladar u svijetu fotografije sve do početka 21st. No na tržište dolaze sasvim novi sustav, a to je onaj digitalni. Prvi digitalni fotoaparati se pojavio 1981. u Japanu od tvrtke Sony, no prvi komercijalni digitalni fotoaparati se pojavljuju 1990. U to su vrijeme bili jako skupi i koristili su se samo u novinarske svrhe i za profesionalnu upotrebu. Prvi profesionalni digitalni fotoaparati se pojavio 2001. Canon 1D. Rat između te dvije strane (analogno i digitalno) nije dugo trajao jer se već oko 2002. cijena analognih i digitalnih fotoaparata izjednačila te je po prvi put zabilježena veća prodaja digitalnih od analognih, da bi u relativno kratkom roku postala i puno povoljnija cijenom nego analogni fotoaparati. Padom prodaje automatski se dogodio i krah velikih proizvođača klasičnih fotomaterijala (filmova), pa su tako neki povukli brzo sa tržišta i prestali proizvoditi filmove. Primjerice prvi koji su otišli su bili Agfa- Gevar i Konica-Minolta. Poslije toga su se druge stvari samo nadovezivale na način da su najpoznatiji proizvođači poput Nikona, prestali proizvoditi analogne fotoaparate i okrenuli se samo digitalnim fotoaparati. Digitalna fotografija u odnosu na klasičnu, više ne koristi film već slika se vidi preko elektroničkog senzora kao skup binarnih podataka. To omogućava jednostavnu pohranu na računalo i jednostavan prijenos. Digitalni sustav je današnji predstavnik kolor fotografije.

Razlog je vrlo jednostavan, u odnosu na analognu fotografiju pružaju brojne prednosti poput toga da digitalni fotoaparati omogućuju pregled snimaka na licu mjesta (bez razvijanja), što znači da fotograf lako može uočiti neke eventualne greške prilikom snimanja te ih naknadno ispraviti. Te slike se mogu jednostavno izbrisati ako je potrebno i snimati ih jako puno za razliku od analogne fotografije gdje bi brisanje slika koštalo puno. Prednost je i ta da se određene odabrane slike mogu izraditi, pa čak i u kućnoj produkciji amaterski preko pisača. Fotografije se mogu računalno naknadno i obraditi te štošta poboljšati prije nego bi se izradile. Vrlo važna činjenica kod digitalnih fotoaparata je ta da

oni bilježe dodatne podatke o fotografiji uz samu sliku (npr. upotreba bljeskalice, ekspozicija, blenda, ISO osjetljivost, bilježenje datuma ili vremena fotografiranja). Dobivena fotografija se može kopirati bezbroj puta bez narušavanja kvalitete. Pored svih tih prednosti imaju i neke svoje mane. Jedna od većih je da su digitalni fotoaparati veliki potrošači baterija, filmovi velikih ISO osjetljivosti daju manje zrnatu sliku nego digitalni senzori iste osjetljivosti. Filmovi imaju puno veću razlučivost od digitalnih fotoaparata. Postoje također tipovi filmova za koje nema ekvivalent kod digitalnih fotoaparata (npr. film za infracrvenu svjetlost). Slike na filmu su pouzdane za dokumentaciju, lako se mogu spremati, a digitalne se mogu sve izgubiti kvarom hard diska primjerice. Na filmu je lako i pouzdano mogu uočiti sve naknadne promjene, dok ne postoji software koji može otkriti što je promjenjeno na digitalnoj slici. Bilo kako bilo danas se sve vrti oko digitalnih fotoaparata i razvijanje novih. Imamo dva tipa SLR (kamera ima jednu leću (objektiv) i zrcalo) i DSLR (digitalni zrcalano-refleksni) fotoaparati. Još treba napomenuti da se danas na efikasnost rada i na kvalitetu produkcije znatno utječe sa implementiranjem sustava za upravljanje bojama (Color Management System). S obzirom da je fotoaparat ulazna jedinica u ulazno-izlaznom reprodukcijском sustavu, njegova sposobnost značajno doprinosi cjelokupnom procesu reprodukcije i konačnoj kvaliteti reproducirane slike.

## **9. ZAKLJUČAK**

Fotografija neprekidno napreduje i širi se na sve moguće sfere društva. Ide u korak s novim tehnologijama i nezaustavljivo raste. Rast fotografije, odnosno fotografske tehnologije iznimno je brz, te u skladu napretka raste i kvaliteta fotografije. Predstavnik današnje fotografije je kolor fotografija i u potpunosti je zamijenila nekadašnju crno-bijelu fotografiju. Kolor fotografija je relativno mlad izum, ali zato ima jako brz napredak. Na njezin razvoj utječe razvoj fotoaparata, od prijašnjih analognih do današnjih digitalnih.

Upravo digitalni fotoaparati danas predstavljaju kolor fotografiju i ima ih jako puno vrsta. Jako su rašireni i pristupačni cijenom pa se danas dosta ljudi bavi s fotografijom amaterski ili profesionalno. Digitalna fotografija za razliku od klasične ne koristi film već sliku vidi preko elektroničkog senzora kao skup binarnih podataka. Kolor fotografija je doživjela brojne promijene kroz povijest, razvojem filmova, razvojem fotografskih slojeva, razvojem

svijetla za osvjetljavanje, razvojem uređaja za mjerenje boje i osjetljivosti i drugih proizvoda. Kao što je televizija u boji bila jako velik napredak u tehnologiji, tako je i kolor fotografija bila velika prekretnica u fotografiji.

Mnogi su se bavili s fotografijom, bilo je mnogo i proizvođača filmova za fotografiju, ali glavni za proizvodnju filmova su bili vrlo poznati i uspješni još i danas Agfa i Kodak. Kroz povijest su dali jako puno dobrih rješenja za kolor filmove, danas jednako uspješno to rade kao što će raditi i u budućnosti. Princip kolor fotografije je ostao isti kao što je prikazano prethodno u radu, ali treba spomenuti da se moderna kolor fotografija danas zasniva na suptraktivnoj sintezi, troslojnom filmu i kromogenom razvijanju i gdje koristi drugačija svojstva nego prije. Od kolor fotografije se očekuje puno u budućnosti, no velika očekivanja je već sada opravdala. Nema sumnje da će u budućnosti imat veliku ulogu u sferi života, te da će se masovno koristiti. U prilog tome svakako ide rapidni napredak tehnologije te potreba za korištenjem fotografije.

Fotografija, odnosno kolor fotografija neće nikada izumrijeti jer ljudska potreba je ostala ista kao i u pračovjeka, a to je da potreba da ovjekovječi određeni trenutak.

## 10. LITERATURA

- [1] Perić, M. (1992). Suvremena kolor fotografija. Zagreb: Narodna tehnika Hrvatske
- [2] Fizi, M. (1982). Fotografija ; teorija/ praksa/ kreacija. Zagreb, Grafički zavod Hrvatske
- [3] Fizi, M. (1982). Fotografija ; teorija/ praksa/ kreacija. Zagreb, Grafički zavod Hrvatske
- [4] Perić, M. (1992). Suvremena kolor fotografija. Zagreb: Narodna tehnika Hrvatske
- [5] Mojsilović, V. (1979). Sve o kolor fotografiji . Beograd, Novinsko izdavačka radna organizacija
- [6] Mikota, M. (2000). Kreacija fotografijom. Zagreb: V.D.T
- [7] Perić, M. (1992). Suvremena kolor fotografija. Zagreb: Narodna tehnika Hrvatske
- [8] Perić, M. (1992). Suvremena kolor fotografija. Zagreb: Narodna tehnika Hrvatske
- [9] Fizi, M. (1982). Fotografija ; teorija/ praksa/ kreacija. Zagreb, Grafički zavod Hrvatske

- 1. Perić, M. (1992). Suvremena kolor fotografija. Zagreb: Narodna tehnika Hrvatske
- 2. Perić, M. (1969). Kolor fotografija u praksi. Zagreb: Grafički zavod Hrvatske
- 3. Mikota, M. (2000). Kreacija fotografijom. Zagreb: V.D.T
- 4. Fizi, M. (1982). Fotografija ; teorija/ praksa/ kreacija. Zagreb, Grafički zavod Hrvatske
- 5. Mojsilović, V. (1979). Sve o kolor fotografiji. Beograd, Novinsko izdavačka radna organizacija
- 6. \*\*\*<http://blog.dnevnik.hr/print/id/1624267207/povijest-fotografije.html> - 5.08.2014
- 7.\*\*\*  
[http://repro.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/OSNOVE%20O%20BOJI%203.dio.pdf](http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/OSNOVE%20O%20BOJI%203.dio.pdf) – 10.08 2014.

