

# Upotreba DSLR aparata kao alata za digitalizaciju negativskog filma i negativ-pozitiv konverzija

---

Šimundić, Domagoj

Master's thesis / Diplomski rad

2019

*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:216:145766>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-08**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

DOMAGOJ ŠIMUNDIĆ

UPOTREBA DSLR APARATA KAO  
ALATA ZA DIGITALIZACIJU  
NEGATIVSKOG FILMA I  
NEGATIV - POZITIV KONVERZIJA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

DOMAGOJ ŠIMUNDIĆ

UPOTREBA DSLR APARATA KAO  
ALATA ZA DIGITALIZACIJU  
NEGATIVSKOG FILMA I  
NEGATIV - POZITIV KONVERZIJA

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. Miroslav Mikota

Student:

Domagoj Šimundić

Zagreb, 2019.

# RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME DIPLOMSKOG RADA

## *Zahvala*

*„Mami se ne treba govorit hvala.”*

*Mama*

## Sažetak

Digitalizacija filmskog negativa podrazumijeva pretvorbu klasičnog zapisa tonova sa fotografskog negativskog filma u binarni (računalni) zapis. Optimalan način takve vrste digitalizacije bio bi korištenje posebnog skenera, no u ovom radu službu skenera zamijenio je moderni DSLR fotografski aparat, u kombinaciji s „macro” lećom u svrhu dobivanja maksimalno kvalitetnog krajnjeg rezultata sa mnoštvom sitnih detalja.

Proces digitalizacije odvijao se u dva koraka. Prvi korak bio je fotografiranje filmskog negativa na specifičan način, dok je drugi korak bila obrada dobivene fotografije dotičnog negativa u programu „Photoshop”, što podrazumijeva konverziju negativskih tonova u pozitivske, te daljnju korekciju svih boja sa fotografije dok se ne postigne zadovoljavajuć rezultat.

Pri fotografiranju filmskog negativa korištena su sljedeća pomagala: izvor bijelog svjetla (zaslon *smartphone* mobilnog uređaja ili tableta), difuzor svjetla (tanka, ravna poluprozirna plastika), stativ fotografskog aparata koji omogućava postavljanje aparata u položaj vertikalna nad vodoravnu plohu na kojoj stativ stoji, te naravno DSLR fotografski aparat i pripadajući objektiv.

Tijek fotografiranja odvijao se na sljedeći način. Fotografski aparat sa macro lećom bio je pričvršćen za fiksni stativ koji je bio postavljen na stol. Fotografski aparat se nalazio u položaju takvom da je bio potpuno vertikalna nad vodoravnom plohu stola. Ispred leće fotografskog aparata bio je postavljen *smartphone* uređaj preko čijeg zaslona se nalazio difuzor svjetla. Uloga difuzora svjetla bila je raspršiti svjetlo tako da pikseli sa zaslona mobilnog uređaja ne budu uočljivi. Na difuzor je bio postavljen fotografski negativski film, osvijetljen bijelim svjetlom sa zaslona mobilnog uređaja. Nakon što je negativ bio pravilno kadriran i oštro fokusiran, takav prizor se zabilježio fotografskim aparatom, u RAW formatu fotografskog zapisa. Dobivena fotografija zahtijeva daljnju obradu putem programa „Photoshop”, gdje se negativski tonovi konvertiraju u pozitivske. Nakon obrade, konačni rezultat je digitalizirana, pozitivska fotografija u JPEG zapisu.

***Ključne riječi: negativ, digitalizacija, DSLR, negativ - pozitiv konverzija***

## Abstract

Digitizing a film negative implies converting a classic track record from a photographic negative film into a binary (computer) record. The optimum way of such digitization would be to use the a special scanner, but in this work, the scanner service was replaced by a modern DSLR photographic camera, combined with the macro lens, to obtain the highest quality end result with a host of tiny details.

The process of digitization took place in two steps. The first step was to photograph a film negative in a specific way, while the second step was to process a picture of that negative in the “Photoshop” program, which involves converting the negative tones into positive and further correcting all the color of the photo until a satisfactory result is achieved.

When using a film negative, the following aids have been used: a white light source (a smartphone display of a mobile device or a tablet), a light diffuser (a thin, straight semi transparent plastic), a photographic camera stand (tripod) that enables the appliance to be positioned vertical to the horizontal plane onto which the tripod is placed, and ofcourse DSLR photographic camera with its lens.

The course of photography took place as follows. The camera with the macro lens was attached to the fixed stand that was placed on the desk. The camera was in a position such that it was completely vertical to the horizontal plane of the table. A smartphone device was installed in front of the camera lens, over which a light diffuser was on the screen. The role of the light diffuser was to scatter light so that pixels from the screen of a cell phone were not noticeable. On the diffuser was set a photographic negative film, illuminated with white light from the screen of a mobile device. After the negative was properly framed and sharply focused, such a scene was recorded in the cameras RAW format. The photo obtained requires further processing via the “Photoshop” program, where negative tones are converted into positive ones. After processing, the final result is a digitized, positive photo, saved in the JPEG format.

***Key words: negative film, digitization, DSLR camera, negative - positive conversion***

# Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Teorijski dio.....	4
2.1. Vrste negativskih podloga.....	4
2.1.1. Negativi na papiru.....	5
2.1.2. Kolodijski negativi na staklu.....	6
2.1.3. Želatinski negativi na staklu.....	7
2.1.4. Negativi na savitljivoj podlozi - filmu.....	9
2.1.4.1. Negativi na nitroceluloznoj podlozi.....	10
2.1.4.2. Negativi na acetatceluloznoj podlozi.....	11
2.1.4.3. Negativi na poliesterskoj podlozi.....	13
2.2. Otkriće kolor fotografije.....	15
2.2.1. Prvi film u boji.....	16
2.2.2. Moderni filmovi u boji.....	16
2.3. Razvijanje negativskog filma.....	18
2.3.1. Razvijanje crno-bijelog negativskog filma.....	18
2.3.2. Razvijanje kolor negativskog filma.....	19
2.4. Digitalni negativ.....	21
2.5. Inverzija negativskih tonova u pozitivske.....	23
2.5.1. Inverzija negativskih tonova sa filma.....	23
2.5.2. Digitalna inverzija.....	24
3. Praktični dio.....	25
3.1. Tijek rada procesa fotografiranja negativa.....	25
3.2. Tijek rada procesa računalne obrade kolor negativa.....	27
3.3. Tijek rada procesa računalne obrade crno-bijelog negativa.....	36
3.4. Ostali rezultati negativ - pozitiv konverzije.....	40
4. Zaključak.....	45
5. Slikovni izvori.....	47
6. Literatura.....	48



# 1. Uvod

Za otkriće negativ slike zaslužan je engleski matematičar Fox Talbot 1835. godine. On je žudio za napravom koja bi mu pomogla u slikanju. S obzirom na to da je znao kako su srebrne soli osjetljive na svjetlo, Fox Talbot je svoje pokuse započeo nanoseći otopinu srebrnog nitrata i obične soli na papir. Izrađivao je kontaktne negativ-kopije tankih predmeta. Komad osjetljivog papira izlagao je svjetlu zajedno s negativom. [1]

Fox Talbot je kroz svoje pokuse postupno došao do zaključka da je upravo sol ona supstanca koja zaustavlja postupak i trajno konzervira sliku od daljnjih promjena. Talbot je pripremio papir prekriven slabom otopinom kuhinjske soli i srebrnog nitrata, te je 1835. godine snimio prvu negativ sliku sa prozora svoje kuće u Lacock opatiji. Bio je to prvi negativ na papiru. Talbot je sliku je zadržao i fiksirao koncentriranom otopinom natrijevog klorida, odnosno kuhinjske soli. [1]

Istovremeno je Francuz Hippolyte Bayard vršio pokuse sa direktnim pozitivima pri čemu je koristio papir presvučen srebrnim kloridom. Konačno je dobio prvu uspješnu sliku 1839. godine. Tako su Fox Talbot i Hippolyte Bayard neznajući jedan za drugoga izumili fotografski postupak.

U nadolazećim godinama fotografski postupak, fotoosjetljive ploče, fotopapiri, te naravno fotografski aparati su se nastavili ubrzano razvijati, a razlog tomu je bio taj što se sve veći broj ljudi počeo interesirati za fotografiju - od profesionalaca, foto amatera, pa sve do znanstvenika koji su od samih početaka razvoja fotografije u svim njenim razvojnim fazama uvijek davali značajan doprinos.

Jedan od glavnih problema ondašnjih fotografa bio je očuvanje fotografskih kalodij ploča, a uz to se konstantno težilo pojednostavljenju i još većem ubrzanju čitavog postupka, kako bi fotografiranje kao aktivnost postala što dostupnija i pristupačnija što većem broju ljudi. Jedno od važnijih postignuća prema komercijalizaciji fotografije bilo je otkriće postupka fotografiranja korištenjem suhih ploča. Važan korak koji je prethodio otkriću suhog postupka bilo je otkriće lužnatih razvijача i tanin-sredstva za očuvanje, što ih je otkrio Chareles Russell. „Nakon dvije godine dvojica su mladih amatera iz Liverpoola, William Blanchard Bolton i B. J. Sayce napravili emulziju od tanina, kolodija i srebrnog bromida, što je omogućilo komercijalnu proizvodnju suhih kolodij-ploča.” [1] Nedugo nakon toga uslijedili su pokusi kojima je cilj bio izbaciti kolodij, te se došlo do otkrića želatinske emulzije kadmijeva bromida i srebrnog nitrata. Smatra se da je Richard Leach Maddox izumitelj želatinske emulzije, iako ju je usavršio i učinio dostupnom John Burges. „U Engleskoj su, 1878. četiri tvrtke proizvodile želatinske suhe ploče, a kasnije je konstruiran stroj za lijevanje na staklene ploče. Tada su postale moguće ekspozicije od 1/25 sekunde. To je bilo dovoljno brzo da se fotografskim aparatom moglo snimati bez

tronošca. Brzina ekspozicije i postupak sa suhim pločama učinili su fotografiju pristupačnijom.” [1] Uslijedilo je otkriće celuloidne podloge presvučene želatinskom emulzijom. 1888. godine George Eastman, utemeljitelj poznate i etablirane tvrtke „Eastman Kodak”, lansirao je slavni Kodakov fotografski aparat parolom: „Vi pritisnite dugme, a mi ćemo učiniti sve ostalo!” „Kodak fotografski aparat je, zaista, sadržavao kvalitete potrebne za masovnu proizvodnju i širok svjetski odaziv. Bio je to lagan i malen aparat, a snimatelj nije morao sam razvijati slike. Bio je to prvi fotografski aparat koji se punio filmom u traci (*roll* filmom). Podloga emulziji bio je papir koji se odvajao prije razvijanja. Jednim se filmom moglo snimiti sto negativna. Fotografski aparat se vraćao proizvođaču, koji je razvijao film i svaki negativ prenosio na staklenu ploču za daljnji postupak kontaktnog kopiranja. Zatim se punio novim filmom i zajedno sa slikama prethodnog filma vraćao vlasniku.” [1]

Fotografski negativski film se u komercijalnoj i umjetničkoj upotrebi zadržao sve do današnjeg dana. Dolaskom i razvojem ere sveopće digitalizacije i digitalnih fotografskih aparata, upotreba onih klasičnih znatno je opala, premda nikada nije potpuno nestala. Jedna od najznačajnijih razlika između klasičnih i digitalnih fotografskih aparata je ta što je kod digitalnog fotografskog aparata fotoosjetljivi film zamijenio fotoosjetljivi senzor. Prikupljeni podaci o svjetlu, koje je u određenom trenutku na njega palo, šalju se i naposljetku spremaju na memorijsku karticu, te se dobivena slika pohranjuje u digitalnom obliku. Ova značajka učinila je fotografiju još dostupnijim medijem, a vrijeme od trenutka snimanja fotografije do njenog pregledavanja i upotrebe postalo je nikad kraće. Prijašnji ustaljeni proces kod gotovo svakog prosječnog korisnika fotografskog aparata bio je punjenje aparata novim, tj. neiskorištenim filmom, nakon čega je uslijedilo fotografiranje, odnosno iskorištavanje prostora na filmu, a onda kada bi se film iskoristio uslijedilo bi razvijanje filma u fotografskoj radnji i njegovo povećanje negativ - pozitiv postupkom na željeni format. Dobivene slike uglavnom su se spremale u foto albume, i kod prosječnog korisnika uglavnom su imale samo funkciju uspomene, dok bi one najljepše često završile i uokvirene. Današnji ustaljeni proces kod prosječnog korisnika fotografskog aparata ponešto je drugačiji. Vrijeme je pokazalo da se u današnje doba fotografije sve rjeđe razvijaju, pa ih većina zauvijek ostane samo u digitalnom obliku, na tvrdom disku računala, CD-u, DVD-u ili nekom sličnom mediju. Bez obzira na to, moderni korisnici fotografskog aparata imaju veću interakciju sa svojim fotografijama i masovno koriste pogodnosti koje je moderno doba donijelo. Oni svoje fotografije umnažaju, obrađuju, manipuliraju njima u programima za grafičku obradu, dijele ih na društvenim mrežama, itd.

Era sveopće digitalizacije pred svoje je korisnike postavila i problem digitalizacije kojekakvih dokumenata, nastalih prije te ere, pa tako i onih sada već starih (premda u

nekim slučajevima i novih) fotografija koje su nastale na klasični način fotografiranja. Taj problem zapravo je riješen relativno brzo razvojem uređaja za skeniranje, no to nije ono o čemu je riječ u ovom radu. Osnovna tema ovog rada je digitalizacija samog filmskog negativa korištenjem modernog DSLR fotografskog aparata, te računalna odnosno digitalna konverzija tog negativa u pozitivsku sliku korištenjem jednog od modernih računalnih programa za rastersku grafiku. Cilj i svrha rada je pokazati i objasniti brz, relativno jednostavan i prije svega jeftin način na koji današnji prosječni korisnik fotografije i fotografskog aparata ima priliku digitalizirati svoje filmske negative i računalno ih prebaciti u pozitivske fotografije koristeći alate koje većina nas koristi na dnevnoj bazi. Važno je napomenuti da kvaliteta konačnog rezultata, kao i u mnogočemu pa tako i ovdje, varira ovisno o kvaliteti korištene opreme, odnosno digitalnog fotografskog aparata kojim će se vršiti fotografiranje samog negativa i mogućnosti koje daje pripadajući mu objektiv, pa je stoga za potrebe ovog rada, u svrhu dobivanja što kvalitetnijeg rezultata korišten jedan visokorangirani fotografski aparat marke Canon u kombinaciji s „macro” lećom.

## 2. Teorijski dio

### 2.1. Vrste negativskih podloga

Fotografije kao povijesno kulturno dobro, od samih početaka pa do danas, pronalaze se izvedene na oko stotinu i pedeset različitih tehnika, odnosno fotografskih procesa. Ti procesi su od samog početka pratili tehnološki razvoj, te se mijenjali u skladu s njim. Posebno mjesto među njima zauzimaju fotografski negativni, kao materijal na kojem su izvorno dokumentirani mnogi važni povijesni trenuci. Negativi su unikatne fotografske slike koje nastaju u fotografskom aparatu, te je iz njih, nakon kemijske obrade koja uključuje razvijanje i fiksiranje, moguće izrađivati višestruke pozivske fotografije. Negativi se od izvornih pozitivnih (koji su također unikatni) razlikuju po tonskom polaritetu, što znači da je njihova tonska vrijednost obrnuta od stvarne slike. Negativ po svojoj strukturi oduvijek se sastojao od podloge kao nosača i veziva (emulzije) sa fotoosjetljivim česticama, međutim sam oblik izvedbe tog negativa kroz povijest se konstantno usavršavao, na način da su veziva i emulzije, kao i podloge koje su korištine za izradu negativa prošle mnogo razvojnih faza i modifikacija. „Tako je danas u zbirkama fotografija, s obzirom na vrstu podloge, moguće naći negative na papiru, staklu i plastici (filmu) te vrlo rijetko želatini (tzv. Eastmanov američki film).” [3] Pri klasifikaciji negativa po vezivu, odnosno emulziji, prevladavaju želatinski negativni, dok su albuminski ili kolodijski u bitnoj mjeri manje zastupljeni, a u Hrvatskoj su pak prava rijetkost. Sažeti prikaz razvojnog puta negativa dan je u tablici 1, zajedno s okvirnim datumima upotrebe procesa. Osim po klasifikaciji negativa s obzirom na podlogu i vezivo, negativni se također mogu razlikovati po tome jesu li crno-bijeli ili u boji. Zajednička karakteristika i jednih i drugih je obrnuta vrijednost tonova, a kod kolor negativa, slika je dana i u komplementarnim bojama izvornog motiva. Crno-bijeli negativni po građi su sastavljeni od srebrnih čestica, dok kolor negativni sadrže boje.

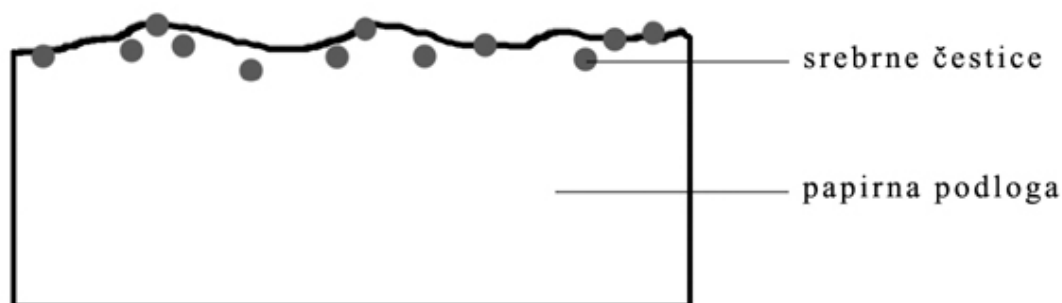
**Tablica 1:** Vrste negativa s okvirnim datumima upotrebe

Podloga	Proces	Datum
papir	- kalotipija i modifikacije procesa - Eastmanovi negativni na papiru	1841. - cca. 1860. 1884. - cca. 1895.
staklo	- albuminske ploče - kolodijске (mokre) ploče - želatinske (suhe) ploče	1847. - cca. 1860. 1851. - cca. 1885. 1878. - cca. 1940. (1970)
plastika (film)	- nitrocelulozni film - acetatcelulozni film - poliesterski film	1889. - cca. 1950. cca. 1920. - danas cca. 1950. - danas

### 2.1.1. Negativi na papiru

Kao što je objašnjeno u uvodu ovog rada, do izuma prvog fotografskog negativa došao je engleski matematičar William Henry Fox Talbot 1835. godine izvodeći pokuse u kojima je nanosio otopinu srebrnog nitrata i obične soli na papir. Prvi negativ nastao je na papiru. Njegove prve slike na senzibiliziranom papiru nazvao je fotogeničnim crtežima, *photogenic drawing*, te je narednih 6 godina dotjerivao svoj postupak. Talbot je sliku zadržao i fiksirao koncentriranom otopinom kuhinjske soli. Fox Talbot je svoju fotografsku tehniku usavršio 1841. godine i nadjenuo joj ime kalotipija, te čitav postupak zaštitio patentom. „Tako je stvoren prvi stabilni i praktično upotrebljivi sustav izrade negativa iz kojih je kasnije moguće izvoditi pozitive, koji će ostati osnova fotografije sve do ulaska u digitalno doba.” [3]

Kalotipija je postupak u kojem se upotrebljava negativ papir kako bi se proizvela fotografija na finom papiru premazanom fotoosjetljivim solima. Talbot je papire presvlačio otopinom srebrnog nitrata i srebrnog jodida koji je nanošenjem galonitrata postao osjetljiviji. „Zatim ga osvijetlio i nakon toga razvijao u istoj, nešto toplijoj otopini galonitrata. Procesom ponovnog premazivanja, poput fotogeničnih crteža, mogli su se dobiti pozitivi.” [1] Opisani proces Talbot je ubrzo patentirao, nazvavši ga kalotipija prema grčkoj riječi „*kallos*” što znači lijep. On je svoje kalotipije fiksirao natrijevim tiosulfatom, za čije je otkriće zaustavljanja procesa zaslužan John Herschel 1819. godine. Papir se kao medij - nositelj negativa u upotrebi zadržao više od dva desetljeća. Postupno su papir iz upotrebe potisnule kolodijske ploče. Krajem 19. stoljeća Eastmanov postupak iznjedrilo je povratak papirnih negativa, a on podrazumijeva nanošenje želatinske emulzije prvo na papir, a zatim i na staklene ploče te film. Negativi na papiru lako su prepoznatljivi po finom voštanom sloj kojim je takva vrsta negativskog papira premazana, dok identifikaciju olakšava i nedostatak vezivnog sredstva te prepoznatljiva struktura i česti mehanički nedostaci koji su se nerijetko popravljali nanošenjem dodatnog sloja tinte, crnog pigmenta ili čak vodenih boja. „Optimalni uvjeti u kojima se preporuča pohrana i zaštita negativa na papiru su vrijednosti temperature od 10 do 18 stupnjeva Celzijevih te vrijednosti relativne vlažnosti zraka od 35 do 40 %. Prilikom pohrane preporuča se korištenje uložnica od papira ili plastike koji su prošli P.A.T. testiranje ili pak omotnica izrađenih od polietilena ili poliestera te njihova daljnja pohrana u kutije (bez kiseline) od arhivskog kartona.” [2] Prilikom rukovanja s negativima na papiru valja biti posebno oprezan iz razloga što najveću opasnost po njih predstavljaju upravo mehanička oštećenja. Također, takve negative potrebno je zaštititi i od negativnih utjecaja i nepravilnog skladištenja u svrhu smanjenja opasnosti od bioloških i kemijskih oštećenja - kristalizacija voska, mrlje i plijesan. Izgled strukture negativa na papiru dan je na slici 1.



**Slika 1:** Struktura negativa na papiru. Izvor: stranica 47

## 2.1.2. Kolodijski negativi na staklu

Vlažna kolodij tehnika proizašla je iz pokusa kojima je cilj bio da se metalne ploče, odnosno podloge fotografskih slika, zamijene staklom. Staklo ima glatku površinu, lakše je i jeftinije od metala te je mnogo pogodnije za izradu negativa. Fotografija na staklu nije bila nova ideja. Nedostatak sredstva koje bi tokom razvijanja i fiksiranja vezalo srebrne soli za staklo bio je jedan od glavnih problema ove tehnike. [1]

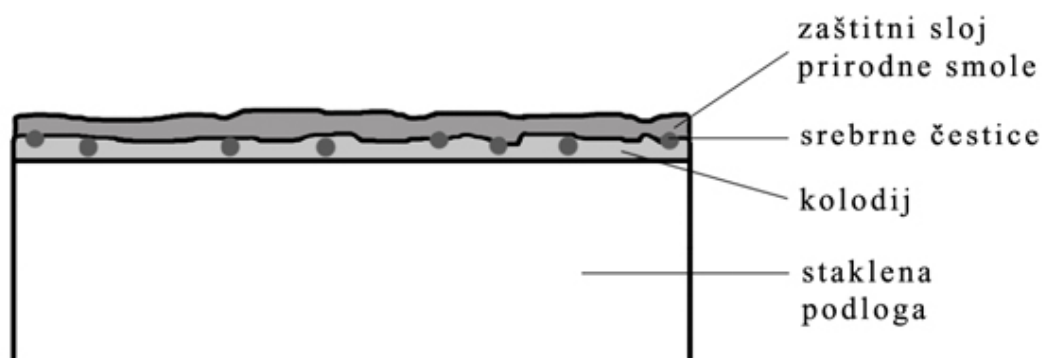
Bratić Nicéphore Niépce, koji je 1826. godine snimio prvu dokumentiranu fotografiju, Abel Niépce de Saint-Victor 1847. godine prezentirao je javnosti novi postupak u kojem je staklenu podlogu prevlačio albumenom odnosno tučenim bjelanjkom kojem je dodao nekoliko kapi otopine kalijeva jodida. Nakon što bi se sloj stvrdnuo, ploču bi namakao u otopini srebrnog nitrata, te je zatim osvijetlio i razvijao u galnoj kiselini. Francuski fotograf Blanquart-Evrard počeo je proizvoditi papir presvučen albumenom umjesto papira presvučenog srebrnim kloridom. Fotografski postupak uz primjenu bjelančevina kao veziva na staklu konačno je bio potisnut nakon što je Fox Talbot patentirao određene prerade svog postupka ne obavijestivši o tome Niépce de St. Victora. [1] Londonski kipar Frederick Scott Archer je proces kalotipije koristio kako bi postigao što veću sličnost između skulpture i modela. S obzirom da papir presvučen srebrnim jodidom i albumenom nije bio dovoljno osjetljiv, Archer je počeo vršiti pokuse s drugačijim emulzijama. Rastvorivši pamuk u eteru dobio je kolodij što prema grčkoj riječi *kolla* znači ljepilo. Kako papir nije bio zadovoljavajuća podloga, Archer je staklo pokušao presvući emulzijom jodiranog kolodija. Naspram onih koji su na suhi kolodij nanosili prevlaku srebrnog jodida, Archer je otkrio da ploča sušenjem znatno gubi osjetljivost, pa je stoga na staklo najprije nanosio kolodij, kojem je dodavao otopinu kalijeva jodida, a zatim bi staklene ploče kupao u otopini srebrnog nitrata i eksponirao ih dok su još bile mokre. Nova emulzija u mokrom stanju bila je toliko osjetljiva da je omogućavala

ekspozicije kraće od 3 sekunde. Nakon ekspozicije ploča se razvijala u otopini galonitratu i fiksirala u natrijevom tiosulfatu ili kalijevu cijanidu. [1]

Još jedan proizvod kolodij postupka bile su ambrotipije, koje je razvijao Archer u suradnji sa kolegom Peterom Fryjem. Ambrotipije su bili tanki negativni na staklu, izbijeljeni dušičnom kiselinom. Takvi negativni bili bi postavljani na crnu pozadinu koja bi okretala tonove, te bi slika na taj način poprimila izgled pozitiva.

Za vrijeme viktorijanskog doba (1837-1901) u Americi je otkrivena tintotipija. Bio je to proces sličan ambrotipiji kod kojeg je podloga kalodiju za razliku od stakla bila metalna ploča lakirana specijalnim lakom. Materijal za tintotipiju je bio jeftiniji, a metoda dobivanja tintotipija bila je brža od tehnike na staklenim pločama. [1]

Idealni uvjeti u kojima je preporučljivo skladištiti kolodij negative na staklenim pločama su pri temperaturi od 10 do 18 stupnjeva Celzijevih, te relativna vlažnost zraka od 30 do 40 %. Pri pohrani se preporuča korištenje uložnica s četiri klapne od papira koji je prošao P.A.T. testiranje te vertikalno ulaganje u kutije. [2] Prilikom skladištenja staklenih kolodij ploča najviše se treba paziti na relativnu vlažnost zraka zbog toga što preniske vrijednosti vlage mogu izazvati kemijska oštećenja kao što su korozija, dehidracija, te pucanje staklenih ploča. Baš zbog toga izvorni zaštitni premaz, kao i kemijski sastav stakla, imaju najveću važnost prilikom očuvanja ove vrste negativa. [2] Izgled strukture negativa na mokroj kolodijskoj ploči prikazan je na slici 2.



Slika 2: Struktura mokre kolodijske ploče. Izvor: stranica 47

### 2.1.3. Želatinski negativni na staklu

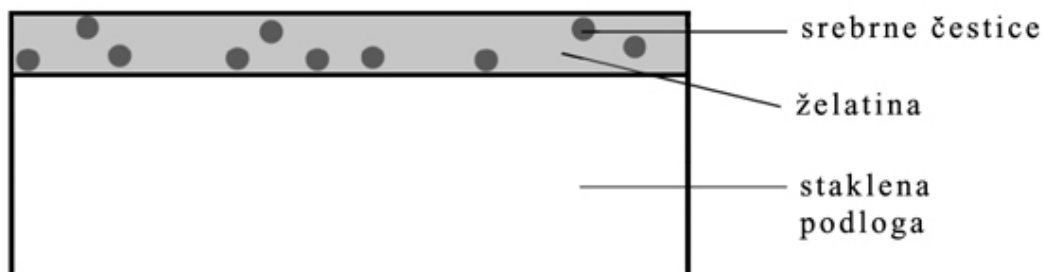
Premda su kolodij ploče bile značajno otkriće u razvoju fotografije, i dalje se težilo ka usavršavanju i pojednostavljenju čitavog postupka. Postupak na vlažnoj kolodij ploči nije zahtijevao samo fotografsko iskustvo već i poznavanje kemije. Bez obzira na to što je kolodij postupak tada bio najbrži i najsofisticiraniji način, on je bio nespretan zbog svoje zamršenosti. Fotografima je stoga bio cilj riješiti probleme kraćeg ekspoziranja, razvijanja i uopće čitavog postupka. Otkriće postupka sa suhim pločama

nije rezultat rada usamljenog pojedinca, već brojnih znanstvenika, fotografa, amatera i profesionalaca. Fotografima se često činilo da bi rješenje problema moglo biti u emulziji od kolodija i srebrenih soli, no takva se emulzija, na žalost, nije mogla održati. [1] Bitan korak prema uspjehu je bilo otkriće lužnatih razvijča te tanin sredstva za očuvanje koje je otkrio Charles Russell. Dvojica mladih fotoamatera iz Liverpoola, William Blanchard Bolton i B. J. Sayce, stvorili su emulziju koristeći tanin, kolodij i srebrni bromid, što je najvažniji korak prema omogućenju komercijalne proizvodnje suhih kolodij ploča. Sljedeći korak na putu do pronalaska idealne emulzije bio je traženje zamjene za kolodij. Niépce de Saint Victor već je 1847. godine savjetovao upotrebu želatine, no došao je do zaključka da se prebrzo topi, te da reagira vrlo sporo. Prve eksperimente sa želatinom, koji su bili donekle uspješni, izveo je Richard Leach Maddox, koji je emulziju priređivao od želatine koja je sadržavala otopinu kadmijeva bromida i srebrnog nitrata. Smatra se da je Richard Leach Maddox izumitelj želatinske emulzije, premda je za njeno usavršavanje i mogućnost široke dostupnosti zaslužan John Burgess. Nedugo nakon toga fotografi su počeli raditi sa suhom emulzijom koja se prvo namakala u vodi, a nakon ispiranja se sušila na visokoj temperaturi te je na taj način postajala vrlo osjetljiva. Za tu tehniku zaslužan je londonski amater Richard Kennet. Drugi fotoamater imena Charles Bennett došao je savršenijim postupkom do istog rezultata. Bennett je svoje ploče dobivao na način da je emulziju priređivao uz dodatak kalijeva bromida kuhajući je nekoliko dana, ovisno o željenoj osjetljivosti. 1887. godine u Engleskoj su četiri tvrtke proizvodile želatinske, suhe ploče, a kasnije je konstruiran stroj za lijevanje na staklene ploče. U to vrijeme postale su moguće ekspozicije kreće od 1/25 sekunde, što je bilo dovoljno brzo da se moglo snimati fotografskim aparatom bez upotrebe stativa odnosno tronošca. Povećanje brzine ekspozicije, odnosno skraćivanje minimalnog potrebnog vremena eksponiranja ploče, i postupak sa suhim, tvornički proizvedenim pločama, i sve to uz razvoj i proizvodnju kompaktnijih i lakših fotografskih aparata, učinili su fotografiju pristupačnijom za široke mase.

Želatinski negativi na staklu imaju karakterističnu intenzivnu i neutralnu crnu boju koja nastaje kao posljedica prisutnosti srebrnih čestica u samoj emulziji. Na fotografskoj slici također se mogu razviti i crveni, plavi ili smeđi tonovi uslijed dodatnog toniranja ili predugog eksponiranja. [2] Želatinske negative na staklu lako je prepoznati po odlikama industrijske proizvodnje - pravilnom kvadratnom obliku, te ravnomjerno raspoređenom vezivnom sloju. Optimalni uvjeti u kojima se osigurava sigurna zaštita želatinskih negativa na staklu su temperatura zraka od 18 Celzijevih stupnjeva, te relativna vlaga zraka od 30 do 40 %. S obzirom na to da su ovi negativi jako krhki, svako rukovanje s njima mora se izvoditi s velikim oprezom kako bi se izbjegla mehanička oštećenja. Važno ih je i ne izlagati štetnom UV zračenju, kako nebi došlo do trajnih oštećenja foto-



grafske slike. Želatinske negative na staklu preporuča se skladištiti u ambalaži u obliku uložnice sa četiri klapne koje su izrađene od atestiranog pamuka. Zatim se uložnica sprema u kutiju od arhivskog, bezkiselinskog, kartona, a sama kartonska kutija sprema se u metalne ormare zaštićene od korozije. [2] Izgled strukture negativa na suhoj želatinskoj ploči prikazan je na slici 3.



Slika 3: Struktura suhe želatinske ploče. Izvor: stranica 47

#### 2.1.4. Negativi na savitljivoj podlozi - filmu

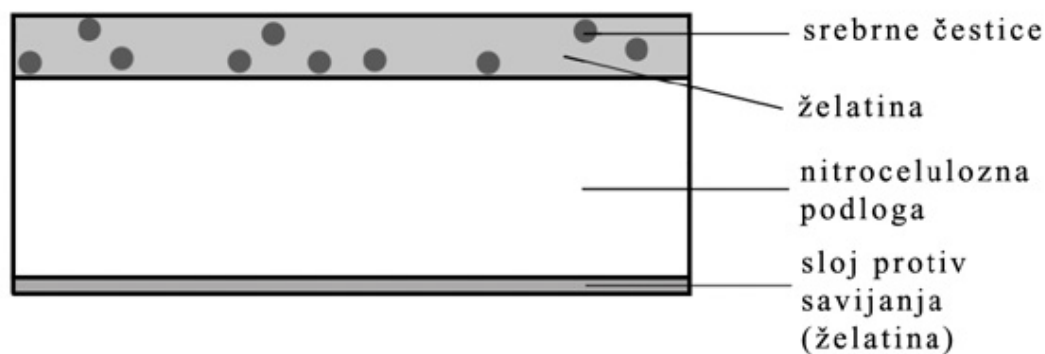
S obzirom na to da su staklene negativske ploče oduvijek bile teške i sklone lomljenju, njihova se funkcionalnost preispitivala u cilju pronalaska negativske podloge koja bi bila lakša i fleksibilnija. George Eastman krenuo je u drugom smjeru, kada je otkrio želatinsku emulziju, i nanio je na papir kao već prokušanu podlogu. Time je Eastman obilježio prijelazno razdoblje između negativa na staklenim pločama i plastičnih podloga, odnosno filmova u svitku. 1884. godine uveden je Eastmanov negativ na papiru sa želatinskom emulzijom. [3] Eastmanov negativ ispočetka se izrađivao u dimenzijama staklonih ploča koje su se prethodno koristile, a već iduće 1885 godine i kao film u svitku (roli) na tzv. Eastman-Walkerovom kalemu, i sadržavao je 12 ili 24 snimke. Kod ovog postupka, prozirnost papira postizala se pomoću vrućeg ricinusovog ulja nakon razvijanja i eksponiranja, a film je prije toga morao biti izrezan na pojedinačne snimke. Unatoč tome što je težina negativa bila uvelike smanjena, ovaj proces ostao je u upotrebi svega nekoliko godina zbog komplicirane procedure i loših karakteristika negativa na papiru koji su bili prisutni još od vremena Foxa Talbota, kao što je utjecaj papirnih vlakana na oštirini i detalje na fotografiji. Idući korak prema filmu na nitroceluloznoj podlozi predstavljao je tzv. Eastmanov američki film koji je uveden 1885. godine. Taj postupak se sastojao od nanošenja sloja rastopljene želatine, a zatim želatinske emulzije na papir. Namotane vrpce sa 100 snimaka umetane su u kamere. Nakon eksponiranja, razvijanja i fiksiranja, vrpca bi se pritiskala licem na staklenu ploču presvučenu slojem kolodija i močila vrućom vodom. Tako omekšana želatina prenašana je s papira na staklo, nakon čega su na poledinu negativa stavljeni tanki listići želatine ovlaženi vodom i glicerolom

te na njih zaštitni sloj kolodija. Opisani postupak transfera emulzije s papira na želatinu dovršen je sušenjem. [3] Ovakvi filmovi su jako rijetki, i na prvi pogled izgledaju poput plastike. Jako su krhki i imaju neravne rubove, a lako se prepoznaju po kružnom obliku slike, čija je veličina ovisila o veličini kamere u kojoj bi film bio eksponiran.

#### **2.1.4.1. Negativi na nitroceluloznoj podlozi**

Razvoj negativ materijala postupno je doveo do uvođenja nitrocelulozne podloge na koju se nanosila želatinska emulzija. Bila je to prva sintetski proizvedena plastika zadovoljavajuće čvrstoće i otporna na rastezanje. Negative na plastičnoj podlozi 1887. godine počeo je proizvoditi John Carbutt, a dvije godine kasnije, 1889. Hannibal Goodwin predao je patent za izradu filma na nitroceluloznoj podlozi. S proizvodnjom takvog filma započela je i kompanija Eastman Kodak, te će celuloid postati najznačajnija podloga za izradu filmova. Razvoju amaterske fotografije osobito je pogodovala pojava filmova u svitku i njihova široka dostupnost, u kombinaciji s manjim i lakšim modelima kamera. Amaterska fotografija na prijelazu stoljeća doživljava svoj procvat. [3] Fotografski filmovi na nitroceluloznoj podlozi upotrebljavali su se do pedesetih godina prošlog stoljeća, nakon čega su bili zamijenjeni acetatceluloznim podlogama. Ovi celuloidni filmovi proizvedeni su od celuloze dobivene iz pamučnih ostataka. Nitroceluloza se dobije tako da se celulozna vlakna pamuka tretiraju dušičnom kiselinom koju se može rastopiti u organskim otopinama i zatim je moguće iz toga proizvesti tanke prozirne listiće. Pomiješana s kamforom, nitrocelulozna pokazuje svojstva koja su iznimno pogodna za proizvodnju filmske vrpce, odnosno negativa. Nakon što se takav negativ eksponira, odnosno izloži svjetlu, proces je identičan onome kod suhih želatinskih ploča, a kemikalije koje su se koristile tada koriste se do današnjeg dana. Od 1903. godine je na pozadinu nitroceluloznog negativa počeo se dodavati i želatinski sloj kako bi se poboljšala stabilnost, te spriječilo savijanje filma. Nitrocelulozni negativni izrađivani su kao planfilmovi i kao filmovi u roli, i to isključivo u standardiziranim formatima. Pri retuširanju nitroceluloznih filmova, kao i kod suhih ploča bio je potreban nanos posebnog veziva kako bi se tragovi olovke zadržali na površini. Nanošenjem žute ili crvene boje bilo je moguće maskirati pojedine dijelove slike. Postoji više načina identifikacije filmskih negativa na nitroceluloznim podlogama. S obzirom da su se ovi negativni proizvodili tvornički, često se nailazi na tekstualne oznake, ili pak na urezani kod. U svom standardnom stanju ovi negativni su neutralno crne boje koja se u slučaju izražene deterioracije (propadanje uslijed starenja) mijenja prvo u žutu, a potom u smeđu boju. Filmski negativni na nitroceluloznim podlogama poznati su po visokoj zapaljivosti, i dosad je zabilježen velik broj požara koje uzrokovanih ovom vrstom filmova, u kojima

su izgorile brojne zbirke. Tijekom deterioracije nitrocelulozni filmovi ispuštaju štetne korozivne filmove zbog kojih slike na njima blijede, te se razara želatinsko vezivo. Proces razgradnje nitrocelulozних negativa je egzotermni kemijski proces tijekom kojeg se stvara toplina koja može izazvati samozapaljenje nitrarnog filma. [3] Negativski filmovi na nitroceluloznoj podlozi trebaju se pravilno skladištiti da bi se postigla maksimalna trajnost očuvanja. Takve negative valja skladištiti u hladnim spremištima na temperaturi od  $-15^{\circ}\text{C}$  do  $4^{\circ}\text{C}$ , gdje se vrijednosti relativne vlažnosti zraka kreću između 30 i 40 %. Ove negativske filmove preporuča se ulagati u uložnice od polietilena, polipropilena ili poliestera, u slučaju kada su negativni na planfilmu ili pak izrezani u trake. Pojedinačni negativni mogu se čuvati u pergaminskim ili polipropilenskim vrećicama koje ne sadrže nikakve štetne kiseline, kemikalije ili omekšivače koji bi tijekom dugotrajne pohrane mogli uzrokovati propadanje. Ambalaža u koju se umeću filmski negativni sa nitroceluloznom podlogom mora proći P.A.T. testiranje. [3] Izgled strukture negativna na nitroceluloznoj podlozi prikazan slikom 4.

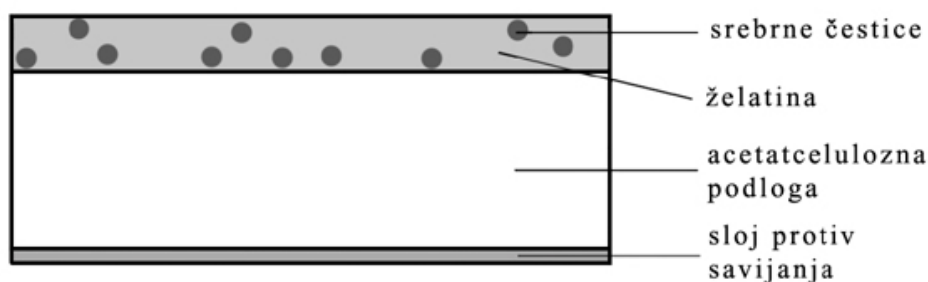


**Slika 4:** Struktura negativna na nitroceluloznoj podlozi. Izvor: stranica 47

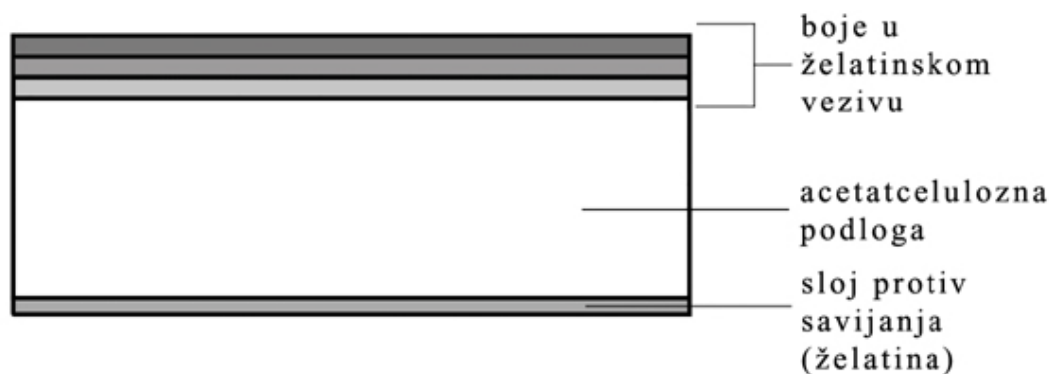
### 2.1.4.2. Negativi na acetatceluloznoj podlozi

Kako je nitrocelulozni film bio poznat po svojoj nesigurnosti zbog visoke mogućnosti zapaljenja, krajem 19. stoljeća razvijen je acetatcelulozni film, poznat i kao sigurnosni film. Stvarni prijelaz na ovu vrstu filmske podloge ozbiljnije je započeo tek dvadesetih godina 20. stoljeća. Pojam acetatna podloga obično se koristi kao zajednički izraz za diacetatcelulozu, triacetatcelulozu te miješane estere celuloze (acetat-butirat i acetat-propionat). [3] Diacetatceluloza bila je u upotrebi sve od 1920-ih do 1950-ih godina, te se koristila za planfilmove i za filmove u roli. Diacetatceluloza se pokazala slabijom od nitrarnih filmova zbog tendencije ka skupljanju. Zbog ove karakteristike fizičke nestabilnosti došlo je do razvoja negativske podloge bazirane na miješanim esterima, no ona se također pokazala inferiornom u odnosu na nitroceluloznu podlogu. 50-ih godina prošlog stoljeća započela je proizvodnja triacetatceluloze koja se kao podloga za

većinu filmova u svitku zadržala sve do danas. Na acetatceluloznoj podlozi razvijen je i prvi negativ u boji, 1942. godine, pod imenom „Kodacolor”, naravno razvijen od kompanije Eastman Kodak. Godinu dana kasnije, 1943. godine, tvrtka AGFA uvodi sličan film pod imenom „Agfacolor”. „Ono što kolor fotografiju razlikuje od crno-bijele je izostanak srebrnih čestica u filmu nakon kemijskog procesuiranja, jer se u tijeku razvijanja negativa u odvojenim slojevima emulzije formiraju cijan, magenta i žuta boja.” [3] Da bi se dobio acetat korištena su celulozna vlakna pamučnih ostataka, ali ona nisu tretirana dušičnom kiselinom kao kod nitratnih filmova, već octenom. Što se tiče kemijske obrade negativa, ona se gotovo ne razlikuje od obrade nitroceluloznih filmova, osim što se koristi amonijev tiosulfat, koji se koristi u službi fiksira. On se počeo koristiti usporedno s natrijevim tiosulfatom. Pozitivi se od ovih negativa najčešće izrađuju povećavanjem, osim u slučaju kontaktnih kopija, na papirima sa želatinskom emulzijom. Kada se izrađuje pozitiv fotografija iz negativa u boji uvijek se koriste plastificirani papiri. Crno-bijeli acetatcelulozni negativ filmovi lako se prepoznaju po svojoj neutralno crnoj boji, dok oni u boji imaju narančasti ton. Baš kao i negativni na nitroceluloznoj podlozi, negativni na acetatceluloznoj podlozi također su kemijski nestabilni zbog procesa deterioracije acetata (sindromom vinskog octa), a uz to je prisutan i faktor blijedenja boja. Zbog industrijske proizvodnje negativ filmova na acetatceluloznoj podlozi lako ih se prepoznaje po tvorničkim oznakama, i često se na njima nalazi sigurnosni natpis *safety*. „Negativi na acetatceluloznoj podlozi mogu gorjeti, ali trebaju puno veće temperature i za razliku od nitratnih filmova pri zapaljenju se skvrče i dugo tinjaju.” [3] Nemoguće je izbjeći propadanje negativa na acetatceluloznoj podlozi, no uz pravilno skladištenje i kontrolu uvjeta moguće je usporiti proces deterioracije. Za oboje, crno-bijele i kolor negative na acetatceluloznoj podlozi preporuča se pohrana na hladnom mjestu temperature između -15 i 4 stupnja Celzijeva, pri čemu bi relativna vlažnost zraka trebala biti između 30 i 40 %. Negative valja držati u uložnicama od polietilena, polipropilena, poliesteru ili pak u pergaminskim ili polipropilenskim vrećicama. Isto kao i kod negativa na nitratceluloznoj podlozi, najbolji način osiguranja slike od propadanja je presnimavanje negativa na stabilniju vrstu filma kao što je negativ sa poliesterskom podlogom. Izgled strukture crno-bijelog negativa, te kolor negativa na acetatceluloznoj podlozi prikazani na su slikama 5 i 6.



**Slika 5:** Struktura crno-bijelog negativa na acetatceluloznoj podlozi. Izvor: stranica 47

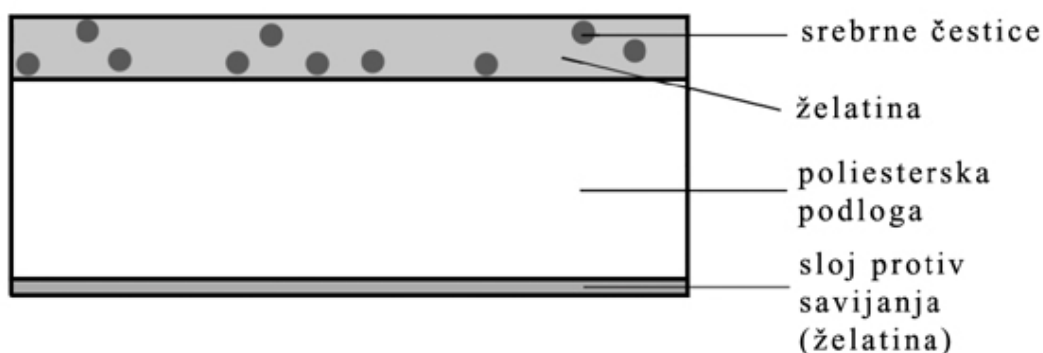


**Slika 6:** Struktura kolor negativa na acetatceluloznoj podlozi. Izvor: stranica 47

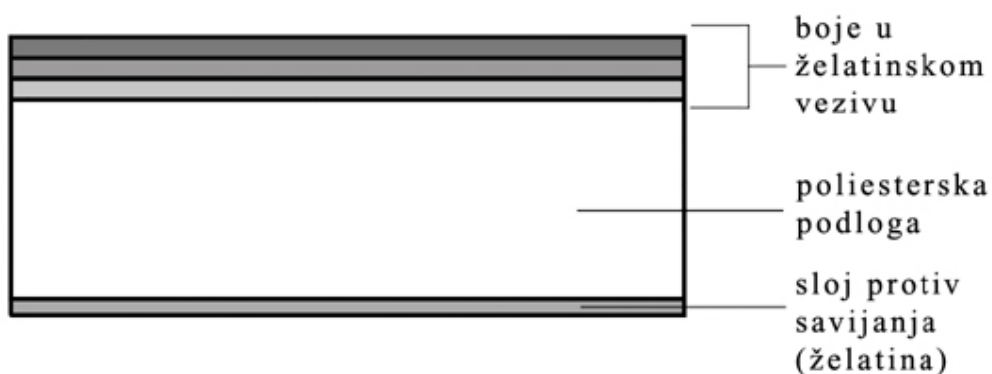
### 2.1.4.3. Negativi na poliesterskoj podlozi

Upotreba poliestera u službi podloge za negativske filmove započela je 1955. godine zbog potrebe za fizički stabilnom i trajnijom negativskom podlogom. Tijekom 60-ih i 70-ih godina prošlog stoljeća poliester se koristio kao zamjenska podloga za planfilmove. S obzirom na to da je poliester potpuno sintetički materijal, on u sebi ne sadrži celulozu koja ima tendenciju ka upijanju vlage iz okoline, pa stoga ima veću fizičku stabilnost od nitroceluloznih i acetatceluloznih podloga. „Danas se pod pojmom poliestera podrazumijevaju polietilen tereftalat (PET) i polietilen naftalen (PEN). Prvi je razvijen 1941. godine i dostupan je pod raznim imenima (Estar, Mylar, Terphane), dok je drugog 1996. godine pod imenom Advantix uvela tvrtka Kodak.” [3] Isto kao nitrocelulozni i acetatcelulozni negativni, negativni na poliesterskoj podlozi neutralno su crne boje ako se radi o crno-bijelim filmovima, dok oni u boji imaju narančasti ton. Emulzija na negativima na poliesterskoj podlozi uvijek je želatinska, a retuširanje negativa provodi se iznimno rijetko. Pozitivi se izrađuju isključivo na želatinskim papirima za razvijanje, baš kao i kod acetatceluloznih negativa. Crno-bijeli negativni na poliesterskoj podlozi su izuzetno postojani, i pogodni su za višestoljetno čuvanje, pod uvjetom da su pravilno uskladišteni. Idealni uvjeti skladištenja zahtijevaju temperaturu od 18 stupnjeva Celzijevih ili nižu, a relativna vlažnost zraka trebala bi se kretati između 30 i 40 %. Kod negativa u boji, na poliesterskoj podlozi, pri sobnoj temperaturi vrlo lako i učestalo dolazi do blijedenja boja, pa ih je kao i acetatcelulozne negative preporučljivo čuvati u hladnom spremištu, na temperaturi od -15 do 4 stupnja Celzijeva. Što se tiče ambalaže koja je adekvatna za čuvanje negativa na poliesterskoj podlozi, ona je identična ambalažama u kakvim se čuvaju negativni na nitroceluloznoj ili acetatceluloznoj podlozi. To su uložnice od polietilena, polipropilena, poliestera ili pak u pergaminske ili polipropilen-

ske vrećice. „Identifikacija poliestera najlakša je pomoću izvora svjetlosti i polarizatora. Kako je poliester iznimno birefringentan, uloženi između dva polarizatora pokazuje uzorak duginih boja. Neki od poliesterskih filmova mogu, kao i acetatni, nositi natpis “SAFETY.” [3] Nitrocelulozni ili acetatcelulozni negativni kod kojih je započeo proces deterioracije često se da bi se spasili kopiraju na negativne sa poliesterskom podlogom. To uz pravilno rukovanje i skladištenje omogućava iznimnu dugotrajnost novonastalog negativa zbog toga što je poliester kako fizički tako i kemijski najstabilnija negativska podloga. Izgled strukture crno-bijelog negativa, te kolor negativa na poliesterskoj podlozi prikazani na su slikama 7 i 8.



**Slika 7:** Struktura crno-bijelog negativa na poliesterskoj podlozi. Izvor: stranica 47



**Slika 8:** Struktura kolor negativa na poliesterskoj podlozi. Izvor: stranica 47

## 2.2. Otkriće kolor fotografije

Već su Niépce i Daguerre razmišljali o izradi fotografije u boji, te su čak izveli i nekoliko neuspjelih pokusa. Fotografi su vjerovali da tajna otkrića fotografije u boji leži u pravilnoj primjeni i ravnoteži kemijskih supstanci, no zbog nedovoljnog poznavanja kemije i fizike, samo je nekolicina ondašnjih fotografa bila u stanju izvesti pokuse vrijedne truda. Škotski fizičar James Clerk-Maxwell već je 1861. godine najavio rođenje fotografije u boji, na svom predavanju u kojem je tvrdio da je svaku nijansu određene boje moguće dobiti miješanjem triju osnovnih boja - crvene, zelene i plave, te mijenjanjem njihovih omjera. James Clerk-Maxwell svoju je teoriju demonstrirao propuštanjem svjetla na ekran, kroz spojene staklene ploče u boji, te se to uzima kao prvi postupak dodavanja boja koji je kasnije primijenjen u fotografiji.

1869. godine francuski pijanist Louis Ducos du Hauron u svojoj je knjizi imena *Les Couleurs en Photographie; Solution du problème* opisao postupak oduzimanja boja, te je na taj način postavio osnovne principe moderne fotografije u boji. Njegov postupak oduzimanja boja se temelji na teoriji po kojoj pigmenti upijaju odnosno oduzimaju svjetlu sve boje osim svoje vlastite, koju reflektiraju, te je čovjek vidi i doživljava kao takvu.

„Mnoge je godine san o fotografiji u boji ostao samo teorijom, a onda je 1873. Herman Vogel, profesor foto kemije na Visokoj tehničkoj školi u Berlinu otkrio da kolodij ploče, inače osjetljive samo na plavu boju, mogu postati osjetljive i na zelenu ako se na njih djeluje anilinskim kiselinama (umjetno dobivene organske boje).” [1] Na ovaj način došlo je do otkrića ortokromatske ploče koja nije bila osjetljiva na crveni dio spektra, ali je zato na plavi dio spektra bila preosjetljiva. U svakom slučaju, bio je to korak u pravom smjeru. Tek su 1906. godine Wratten i Wainwright u Londonu počeli raditi sa pankromatskom pločom osjetljivom na čitav vidljivi spektar boja.

Za izum fotografskog aparata za snimanje u boji zaslužan je Frederic Ives iz Philadelphije, a njegov izum značio je prvi stvarni prodor fotografije u boji. Fotografski aparat Frederica Ivesa radio je na principu pravila Jamesa Clark-Maxwella. Postupak fotografiranja je bio takav da su se na istu ploču zaredom snimala tri negativa od kojih je svaki bilježio samo jednu od tri osnovne boje. Od tih negativa su se kasnije izrađivali dijapozitivi koji su se gledali kroz optički instrument koji je sam Ives nazvao *Photochromoscope*. Mnogi su znanstvenici nastavili s pokusima u cilju unapređenja procesa dobivanja fotografije u boji, no niti jedan od tih pokusa nije imao značajniju praktičnu primjenu, sve do 1904. godine kada su braća Lumière patentirali svoj postupak ploča u boji. U njihovom postupku ekspozicije su bile čak 40 puta duže nego ekspozicije kod crno-bijele fotografije, no u tom trenutku to nije bilo važno iz razloga što je njihov patent označio početak ere fotografije u boji, koja je imala perspektivnu komercijalnu budućnost.

Pri pokusima za unapređenje dobivanja fotografije u boji mnogo se češće koristio postupak oduzimanja boja. Razvitku tehnike u boji uvelike je pridonio Rudolf Fischer svojim praktičnim otkrićem spajanja boja, odnosno nanošenjem triju slojeva emulzije različite osjetljivosti na boje vidljivog spektra, sve na istu podlogu.

### 2.2.1. Prvi film u boji

Prvi upotrebljivi fotografski film u boji pojavio se 1925. godine pod imenom „Kodachrome”, a proizvela ga je, naravno, kao što se da isčitati iz imena kompanija Eastman Kodak. Taj film razvili su Leopold Mannes i Leopold Godowski u Kodakovom istraživačkom laboratoriju.

1936. godine u Europi je prvi kolor film proizvela kompanija Agfa, i taj film se zasnivao na sličnom principu poput Kodakovog „Kodachrome” filma. Kolor film je u mnogo čemu izmijenio svijet fotografije i filmske proizvodnje. Iznimka je ostala novinarska upotreba fotografije u boji. Zadnji korak u izrađivanju fotografija u boji predstavlja polaroid - Land fotografski aparat (prvi put prodan na tržištu 1963.) koji odmah daje slike u boji. [1]

Želja za pronalaskom što boljih i usavršenijih postupaka i tehnika zaokupirala je fotografe i znanstvenike dobar dio stoljeća, pri čemu su se pokusi s kemikalijama ubrajali pod normalan, sastavni, dio posla. Ostao je zapamćen citat jednog francuskog fotoamatera iz 1939. godine koji se odnosi na fotografije u boji, a on glasi kako je „čak i najjadniji rezultat pružao neopisivo veselje.”

### 2.2.2. Moderni filmovi u boji

1907. godine proizvodnja adekvatnog materijala omogućila je fotografima stvaranje fotografija u boji. Prvi postupci dobivanja kolor fotografije imali su tek malo sličnosti s onim današnjima, te su bili nepouzdana i komplicirana. 1935. godina pamti se kao prekretnica u svijetu fotografije iz razloga što je tada nastupila masovna proizvodnja kolor filmova na bazi obojenih slojeva. Takav film bio je jednostavan za rukovanje, a njegova jasnoća, postojanost, te kvaliteta boja osigurali su mu velik komercijalni uspjeh. Film se razvijao kod samog proizvođača. Uslijedilo je razdoblje istraživanja koja su rezultirala nizom filmova u boji koji se danas mogu nabaviti. Neki od proizvoda koji su produkt tadašnjih istraživanja sadrže čitav sistem za dobivanje fotografije, kao što je Polaroid sistem. Danas postoji mnogo kolor filmova od sitnozrnatih, niskoosjetljivih do krupnozrnatih, visokoosjetljivih, sa cijelim spektrom filmova različite granulacije i osjetljivosti koji se nalaze između ova dva ekstrema. Potreba za postojanjem ra-



zličitih vrsta tipova kolor filmova proizašla je iz toga što za razliku od ljudskog oka koje se prilagođava promjeni svjetla, film se može proizvesti jedino tako da pri jednoj vrsti svjetla (prirodnoj ili umjetnoj) daje ispravnu reprodukciju boja. Većina kolor filmova proizvodi se, odnosno namijenjena je za upotrebu na dnevnom svjetlu (5400 K) ili pri umjetnoj rasvjeti (3200 K ili 3400 K).

Opseg postupka dobivanja kolor fotografije pokazuje da je do istog rezultata moguće doći na više načina, no kvaliteta krajnjeg rezultata bit će veća kod postupka koji se sastoji od više stupnjeva. Polaroid slike obično su niže kvalitete. Univerzalnost sistema dozvoljava da se izrade dijapozitivi i od negativ filma koji je namijenjen izradi slika na papiru. Kvaliteta takvih dijapozitiva, ipak, bit će slabija nego kad se direktno snima preobratnim filmom, djelomično zbog toga što je dodan još jedan optički postupak, djelomično i zbog toga što se interpretacija i vjernost boja mijenja svakim dodatnim stupnjem. Prilikom odabira postupka i materijala kojima se služi, važno je imati na umu mogućnosti tih odabranih materijala. „Može se činiti da je praktično od preobratnog filma izrađivati slike. U stvari jest, ali je potrebno vrlo precizno eksponirati, dok negativ - pozitiv postupak zahtijeva manje preciznosti. Kod negativ - pozitiv postupka, negativni kod kojih je ekspozicija veća ili manja za jedan otvor zaslona i dalje će dati prihvatljive fotografije. Preeksponiranjem se povećava zasićenost boja i obratno. Kod kopiranja neophodna je ispravna ravnoteža boja. Prilikom razvijanja eksponiranog negativ filma u boji, on se sastoji od slojeva boja koje će na fotografiji rezultirati komplementarnim bojama, pa će tako crveni objekt na filmu stvoriti modru sliku, plavi će stvoriti žutu, a zeleni purpurnu. Kod negativ - pozitiv postupka stvaranja slike u boji na papiru, situacija je obratna. Modre površine sa negativa dati će purpurnu i žutu boju na slici, koje se u raznim omjerima na slici doživljavaju kao crvena boja. Postupak razvijanja preobratnog filma u boji počinje sa razvijanjem negativske slike u monokromatskom razvijaju. Nakon toga se osvijetljavaju nerazvijeni dijelovi slike te se razvijaju u razvijaju za boje. Izbljeđivanjem i fiksiranjem boje se stabiliziraju, te postaju vidljive kao pozitivna prozirna slika u boji.

## 2.3. Razvijanje negativskog filma

Kada se eksponirani negativski film izvadi iz fotografskog aparata, on je još uvijek osjetljiv na svjetlo. Na oko je neproziran, no ipak na njemu je sadržana nevidljiva, odnosno latentna slika koja će se pojaviti to jest postati će vidljiva nakon razvijanja. Za vrijeme razvijanja film se redom potopi u više kemijskih otopina. Razvijanje se odvija u potpunom mraku jer svjetlo i dalje djeluje na film. Slika nakon toga postaje vidljiva i neosjetljiva na svjetlo. Najjednostavnija metoda razvijanja je ona u posebnoj posudi za razvijanje, kojom se, nakon što je film uložen u nju može rukovati na dnevnom svjetlu. Eksponirani film se u tamnoj komori ili u posebnom rukavu od crne tkanine ulaže u spiralu koja se potom smjesti u posudu, gdje se cjelokupna površina filma prekrije otopinom za razvijanje. Svaka kemijska otopina koja služi za razvijanje negativskog filma može se uliti ili izliti iz posude kroz mali otvor na njenom vrhu, koji ne propušta svjetlo.

### 2.3.1. Razvijanje crno-bijelog negativskog filma

Prva kemikalija u postupku razvijanja crno-bijelog negativskog filma zove se razvijlač. To je lužnata otopina nekoliko tvari koje djeluju pri određenoj temperaturi, a to je obično 20 stupnjeva Celzijevih. Kemijska otopina razvijlača djeluje i na eksponirane i na neeksponirane srebro halogenide. Na eksponiranim dijelovima negativa ti srebro halogenidi se razvijanjem pretvaraju u crno metalno srebro. Ukoliko se prekorači propisano vrijeme razvijanja film će dobiti sivi ton, takozvanu sivu mreću iz razloga što produženo razvijanje djeluje i na neeksponirane srebro halogenide. Nakon što istekne vrijeme djelovanja razvijlača on se izlije iz posude za razvijanje i prelije se u bocu kako bi se mogao ponovno upotrijebiti.

Nakon što je razvijlač izliven iz svjetlonepropusne posude za razvijanje, u nju se ulijeva druga kemikalija - prekidač. Prekidač je blago kisela kemijska otopina koja zaustavlja postupak razvijanja. Ulijevanjem prekidača u posudu u određenom trenutku zaustavlja se proces razvijanja, i time se precizno određuje stupanj razvijenosti negativa. Nakon određenog vremena iz posude je potrebno izliti prekidač i proces nastaviti ulijevanjem treće kemijske otopine koja se naziva fiksir.

Nakon djelovanja razvijlača i prekidača, negativ je i dalje osjetljiv na svjetlo i neproziran, no u ovom trenutku slika na njemu postaje vidljiva. Završna kemijska otopina kojom se djeluje na negativski film, fiksir, učinit će da preostale svjetloosjetljive soli postanu topive u vodi, a negativ slika da postane prozirna. Nakon toga se film ispiru tekućom vodom, a ispiranje obično traje oko pola sata. Kapi vode koje su ostale na filmu nakon ispiranja brišu se gumenim brisačem. Zatim se film uz pomoć metalnih kvačica objesi i

ostavi sušiti u prostoriji bez prašine. Posljednji korak u cijelom procesu razvijanja negativskog filma je da se negativska vrpca (rola) izreže u trake od po 6 negativa ako se radi o 35 mm filmu, ili po 3 negativa ako se radi o negativu dimenzija 6 x 6 cm. Takvi izrezani negativi spremaju se u zaštitne vrećice kako bi se što bolje zaštitili od negativnih utjecaja iz okoline koji bi ih mogli oštetiti.

Važno je napomenuti da je u svrhu postizanja što veće točnosti poželjno imati svu potrebnu opremu za razvijanje filmskog negativa. Od iznimne je bitnosti kontrola temperature i trajanja razvijanja, pa su stoga potrebni laboratorijski sat za razvijanje i termometar, odnosno toplomjer. Pripremljene boce s kemijskim otopinama koje se koriste u procesu razvijanja negativskog filma moraju se držati na stalnoj temperaturi, u posudi napunjenoj vodom, temperature od 20 stupnjeva Celzijevih. Preporuča se koristiti mjernu posuda i lijevak koji pomažu da se kemijske otopine pri izlijevanju iz svjetlonepropusne plastične posude za razvijanje negativa lakše preliju u boce kako bi se te kemikalije mogle opet iskoristiti. Također je dobro imati gumenu cijev koja tekuću vodu povezuje s posudom, gumeni brisač filma, metalne kvačice za sušenje te škare za rezanje filma u trake.

### **2.3.2. Razvijanje kolor negativskog filma**

Za izradu fotografija u boji, tamnoj komori za rad crno-bijelom tehnikom potrebno je dodati još poneku opremu, od čega su najvažniji dodaci komplet filtara za davanje ili oduzimanje boja, ili glava s filtrima u boji za aparat za povećanje, posuda za razvijanje kopija (povećanja), te kvalitetan objektiv za aparat za povećanje. Uz to je potrebno imati i adekvatne zaštitne filtre za laboratorijsko svjetlo, fluorescentnu rasvjetu za kontrolu boja, sve potrebne kemikalije za postupak, menzure za točno odmjeravanje tekućine, par gumenih rukavica zbog rukovanja sa kemikalijama, laboratorijski sat, te precizan toplomjer za mjerenje temperature kupki. Također je važno da prostorija (tamna komora) u kojoj se radi ima dobru ventilaciju jer kemikalije za fotografiju u boji stvaraju pare koje mogu biti opasne po ljudsko zdravlje. S obzirom na to da se veći dio rada odvija u mraku ili po jako slaboj rasvjeti, potrebno je pažljivo i precizno isplanirati raspored korištenja opreme i laboratorijskog pribora.

Iz poviše napisanog uvoda u razvijanje kolor negativskog filma u fotografskom laboratoriju uočljivo je da filmovi u boji zahtijevaju složeniji postupak nego crno-bijeli filmovi. Postoje mnoge vrste filmova u boji i razni postupci razvijanja, međutim nisu svi prikladni za rad u kućnom laboratoriju. Prikladni postupci razlikuju se po broju radnih

kupki, propisanoj temperaturi i trajanju razvijanja. Nakon odabira postupka potrebno je pažljivo pročitati upute proizvađača koje se odnose na razvijanje određenog filma, te se tijekom postupka razvijanja pridržavati tih uputa, u cilju dobivanja što boljih rezultata. Propisana temperatura će najvjerojatnije biti između 25 i 40 stupnjeva Celzijevih, što je više od propisane temperature za razvijanje crno-bijelih filmova. Temperature pojedinih kupki međusobno se smiju razlikovati za maksimalno  $\pm 1/4^{\circ} \text{C}$ . Temperature kemikalija najlakše je održavati stalnima na način da se posude u kojima stoje pojedine kemikalije tijekom procesa razvijanja negativa sve zajedno drže u istoj posudi napunjenoj vodom koja je, također, na propisanoj temperaturi. [1]

„Postupak dobivanja negativa u boji obično se sastoji od razvijanja u kromogenom razvijaju, kupke za izbljeđivanje, ispiranja i fiksiranja, nakon čega slijedi još jedna kupka ispiranja, te konačno, stabilizacijska kupka. Postupak razvijanja preobratnog filma, ima u početku još neke etape od kojih je jedna i razvijanje u crno-bijelom razvijaju.” [1] Nakon što se film još jednom osvjetli, preostale etape postupka razvijanja slične su etapama negativ postupka. Po završetku postupka, sve posude koje su se koristile potrebno je dobro isprati u čistoj tekućoj vodi, i potom ih osušiti. [1]

## 2.4. Digitalni negativ

S obzirom na samu građu digitalnog fotografskog aparata, u kojem je fotoosjetljivi senzor zamijenio fotoosjetljivi film, potreba za postojanjem negativa u takvom fizičkom obliku je nestala. Digitalni fotografski aparat nakon što procesuirao i obradi zabilježene podatke sa svog fotoosjetljivog senzora, koji su se zaprimili u trenutku snimanja fotografije, sprema ih na memorijsku karticu uređaja u jednom od tri najčešća formata, a to su JPG (JPEG), TIFF i RAW. RAW formati datoteka predstavljaju oblik datoteke sa najviše spremljenih podataka, i po svojim mogućnostima naknadne obrade fotografije i općenito načina procesuiranja snimljenog materijala najviše podsjeća na nešto što korisnici nazivaju digitalnim negativom. RAW formati datoteka u digitalnoj fotografiji može se shvatiti kao negativski film kod klasične fotografije. Svaki od spomenuta tri formata ima svoje prednosti i nedostatke, pa je korisnik u mogućnosti odabrati format koji mu u datom trenutku najviše odgovara. JPG format vrši kompresiju datoteke pri kojoj fotografija gubi na kvaliteti, ali je zato postignut dobar kompromis između veličine datoteke i njene kvalitete. TIFF format ne vrši nikakvu kompresiju nad fotografijom ali zato datoteka zauzme mnogo prostora na memorijskoj kartici. TIFF format izašao je iz upotrebe na gotovo svim modernim digitalnim fotografskim aparatima.

Također, postoji i treća mogućnost, a to je spremanje fotografije kao RAW datoteke kojoj se tonska rezolucija, odnosno dubina bitova kreće između 10 i 14 bitova po kanalu, što ovisi o vrsti fotografskog aparata kojeg se koristi, a u tom slučaju preskače se ne samo JPG kompresija podataka, već i procesiranje podataka o bijelom balansu, oštrini, kontrastu, itd. pa čak i Bayerova interpolacija kojom se određuju boje. Stoga se RAW dokument može shvatiti kao vrlo veliku datoteku s mnoštvom uguranih informacija. To samo po sebi ništa ne znači, kao što ni 35-milimetarski film klasičnog analognog formata ništa ne znači, no ima potencijal postati fotografija. [4]

RAW datoteka svojevrstan je kompromis između JPG i TIFF formata, iz razloga što na većini digitalnih fotografskih aparata zauzimaju otprilike trećinu prostora što bi ga zauzela TIFF datoteka. Mogućnost fotografiranja u RAW formatu logičan je izbor fotografa koji svoje fotografije žele zabilježiti u dubini boja većoj od 8 bitova po kanalu.

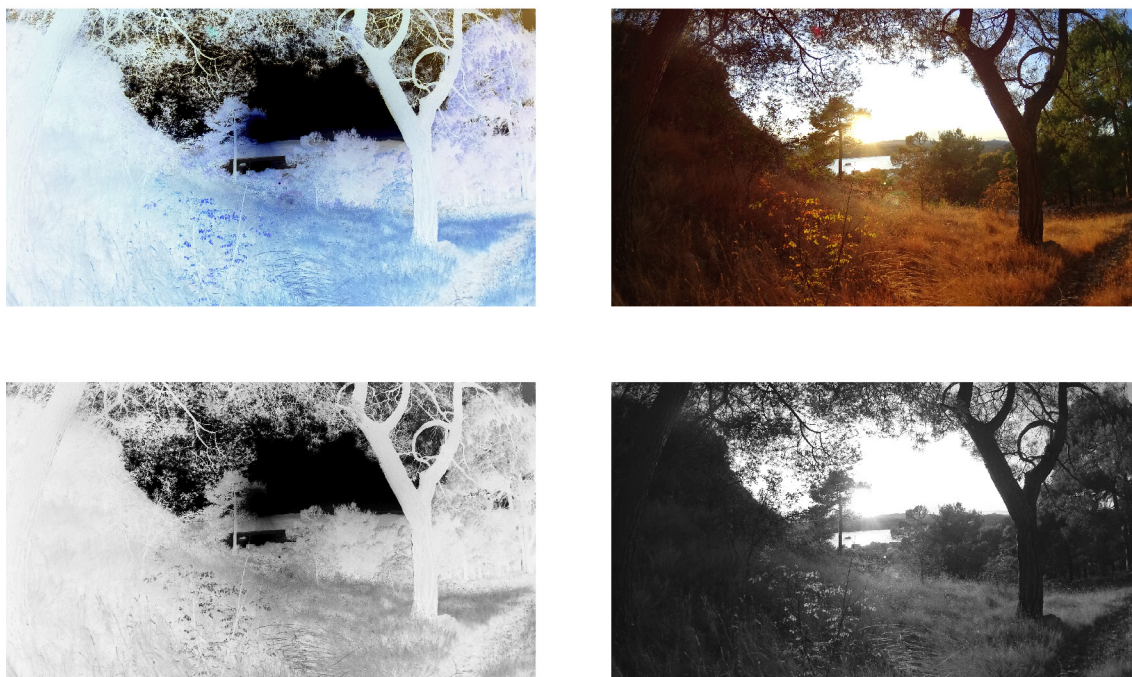
RAW stoji za neobrađene, sirove podatke sa senzora digitalnih fotografskih aparata. Takav "sirovi" format sadrži neusporedivo veći broj tonskih vrijednosti od 8-bitnog zapisa što omogućuje vrlo veliku mogućnost naknadne manipulacije snimljenih informacija. Korištenje RAW formata fotografima omogućuje snimanje fotografija šireg dinamičkog opsega, što zapravo znači da će na takvim fotografijama biti zabilježeni svi tonovi – od najtamnijih do najsvjetlijih. [4]

Da bi se rukovalo RAW datotekom na računalu potrebno je imati neki od programa

(pretvarača) “negativ” RAW zapisa u “poziv” zapis slikovne datoteke kao što je JPG, TIFF ili neki drugi standardniji format slikovne datoteke. Jedan od takvih programa je Adobe Camera RAW, koji je poslužio i za potrebe ovog rada. Ovaj RAW pretvarač omogućuje vrlo detaljne mogućnosti editiranja RAW datoteke prije konverzije u JPG ili TIFF. Prilikom uređivanja RAW datoteke unutar „Adobe Camera RAW” ili nekog drugog pretvarača za RAW konverziju, mijenja se jedino serija instrukcija o datoteci, dok originalna datoteka uvijek ostaje nepromijenjena. Ova značajka fotografu omogućuje da nebrojeputa radi na istoj slikovnoj datoteci, bez ikakve promjene u kvaliteti originala. Što se tiče veličine RAW datoteke u pogledu zauzimanja memorije, na većini fotografskih aparata, ta veličina izražena u megabajtima jednaka je broju megapiksela senzora tog fotografskog aparata. „Većina senzora bilježi samo jednu od tri osnovne boje svakog piksela, pa se preostale dvije vrijednosti izračunavaju u procesu interpolacije. S obzirom da se u RAW datoteci nalazi samo ono što je senzor “vidio”, a ne i podaci koji su izračunati interpolacijom, potrebno je zapisati samo jednu trećinu finalnih podataka. Međutim, pošto se ne primjenjuje nikakva kompresija, datoteke su nešto veće od JPG datoteka. Ipak, RAW datoteke manje su od TIFF datoteka.“ [4]

## 2.5. Inverzija negativskih tonova u pozitivske

Inverzija negativskih tonova u pozitivske i u klasičnom i u digitalnom smislu podrazumijeva da sve boje poprime izgled, ili u digitalnom slučaju vrijednosti, svojeg komplementarnog para. Inverz crno-bijelih tonova obrće svjetlnu tonova sa slike, što znači da tamni tonovi postaju svijetli i obrnuto. Prikaz negativskih i pozitivskih tonova iste fotografije u kolor i crno-bijeloj varijanti prikazan je slikom 9.



**Slika 9:** Gore konverzija kolor negativa u pozitiv, dolje konverzija crno-bijelog negativa u pozitiv.

### 2.5.1. Inverzija negativskih tonova sa filma

Inverzija negativskih tonova sa fotografskog filma, bilo u boji ili pak crno-bijelog, događa se prilikom povećanja fotografije sa negativa na foto papir koristeći pritom uređaj za povećavanje, te kemikalije koje se koriste pri radu u tamnoj komori. Boje koje se golim okom vide na negativu poprimit će izgled boja svojih komplementarnih parova kada se motiv sa negativa prenese na foto papir. Ovaj proces pretvaranja negativskih boja u pozitivske zove se negativ - pozitiv konverzija.

S obzirom na temu ovog rada, u ovom poglavlju se neće opisivati točna pozadina onoga što se u ovom procesu pretvorbe tonova zapravo događa kada se ta konverzija odvija u smjeru negativski film - foto papir, nego će pažnja biti usmjerena na ono što se događa

kada se negativski fotografski film optimalno fotografira digitalnim fotografskim aparatom u službi skenera, te se pozitivski tonovi digitalne fotografije računalno invertiraju u negativske tonove kako bi se iz digitalizirane verzije negativa dobila, dobila pozitivska fotografija motiva sa negativskog fotografskog filma.

### 2.5.1. Digitalna inverzija

Svaka digitalna fotografija, bilo crno-bijela ili u boji na računalu se interpretira kroz njem pripadajući prostor boja. Prostor boja je metoda kojom se određuje, stvara i vizualizira boja. Prostor boja je specifična interpretacija modela boja, i vezan je uz karakteristike uređaja. Ljudi definiraju boju po njenim karakteristikama, svjetlini, zasićenju i tonu. Računalno, boja se opisuje koristeći količinu crvene, zelene i plave boje. Tiskarski stroj reproducira boju pomoću apsorpcije i refleksije zelenoplave, purpurne, žute i crne tiskarske boje na papiru. Boja je, dakle, najčešće određena trima koordinatama ili parametrima. Ti parametri opisuju poziciju boje unutar prostora u kojem se nalazi. Oni ne govore koja je to boja, što ovisi o prostoru boja koji se koristi. [6] Najčešće korišteni prostori boja na računalu su sRGB prostor i Adobe RGB prostor. Većina digitalnih fotografskih aparata korisnicima nudi ove dvije opcije pri fotografiranju. Adobe RGB prostor boja ima veći broj definiranih zelenih tonova i općenito je nešto širi od sRGB prostora. sRGB prostor boja je standard koji se koristi za internet. Postoji još niz različitih prostora boja, i svi oni se razlikuju po svom gamutu, a gamut je čitav opseg boja koje se nalaze unutar tog prostora. Što je gamut nekog prostora boja uži, to znači da je konačan broj boja koje taj sustav može reproducirati manji i obrnuto.

Na suprotnim krajevima određenog prostora boja nalaze se komplementarne boje. Prilikom računalnog inverza boja na nekoj slikovnoj datoteci, svaki piksel te datoteke poprima komplementarne vrijednosti boja sa suprotnog kraja prostora boja kroz koji se dotična slikovna datoteka interpretira. Praktično ovo znači da će crveni tonovi sa slike postati zeleni, plavi narančasti, a žuti ljubičasti.

Kada se invertiraju tonovi monokromatske, crno bijele slike koja se interpretira kroz *grayscale* tonove crne, pikseli sa slike zapravo samo poprimaju suprotnu vrijednost svjetline, zbog toga što se crno bijela slika za razliku od slike u boji koja se opisuje kroz vrijednosti svjetline, tona i zasićenja opisuje samo kroz vrijednosti svjetline. Primjerice, ako se radi o 8-bitnoj slikovnoj datoteci, čije se vrijednosti svjetline tonova kreću od 0 do 255, pri čemu je 0 potpuno crni ton, a 255 potpuno bijeli ton na fotografiji, prilikom inverza njenih tonova, vrijednosti će se zamijeniti, odnosno ono što je bilo 0 postati će 255, tj. ono što je bilo crno postati će bijelo i obrnuto. Srednji ton slike vrijednosti približno 128 ostati će vizualno nepromjenjen.



### 3. Praktični dio

Praktični dio ovog rada sastoji se od specifičnog načina procesa digitalnog fotografiranja kolor i crno-bijelog negativskog filma s ciljem njegove digitalizacije, te naknadnom manipulacijom snimljene fotografije u svrhu dobivanja pozitivske digitalne fotografije nastale iz digitaliziranog negativskog filma. Fotografirani negativi u koloru bili su sa 35mm filma, dok su crno bijeli negativi nastali na filmu dimenzija 6x6 cm. Za potrebe fotografiranja negativa korišten je DSLR fotografski aparat marke Canon, model EOS 5D mark II. Na fotografski aparat je bila prikopčana „macro” leća marke Tamron, model SP 90mm F/2.8 Di MACRO 272EE. Ovaj visokorangirani DSLR fotografski aparat u kombinaciji s „macro” objektivom osigurao je dobivanje vrlo kvalitetnog konačnog rezultata na kojem su jasno vidljivi i najsitniji detalji sa fotografiranog negativskog filma. Snimljene fotografije spremene su kao RAW datoteke kako bi se postigla maksimalna kontrola nad snimljenim materijalom u naknadnoj, računalnoj obradi fotografija, odnosno u digitalnoj konverziji negativa u pozitiv. Za naknadnu obradu snimljenih fotografija korišten je Adobe Camera RAW pretvarač i naravno sam program „Photoshop”, verzija CC 2017.

#### 3.1. Tijek rada procesa fotografiranja negativa

Način fotografiranja negativa bio je identičan za potrebe fotografiranja 35mm kolor negativa i 6x6 cm crno-bijelog negativa. Za potrebe fotografiranja, uz DSLR fotografski aparat korištena je sljedeća oprema: „macro” objektiv, stativ, izvor bijelog svjetla za pozadinsko osvjetljenje transparentnog negativskog filma (mobilni uređaj), te difuzor svjetla (tanki pločica prozirne plastike).

Prije samog fotografiranja negativskog filma važno je osigurati da na njemu samom nema čestica prašine ili bilo kakvih drugih nečistoća, otisaka prstiju i slično, kako bi se dobio maksimalno kvalitetan rezultat. To se osiguralo na način da je negativski film netom prije fotografiranja bio očišćen kistom sa nježnim dlačicama i pažljivo prebrisan tkaninom za čišćenje naočala. Filmom je potrebno oprezno rukovati kako bi se izbjegla potencijalna oštećenja, te ga hvatati samo za rubove. Idealno bi bilo korištenje tankih pamučnih rukavica kako bi se potpuno izbjegla mogućnost ostavljanja otisaka prstiju na filmu.

Čitav proces fotografiranja odvija se na radnom stolu sa fiksiranim stativom sa vertikalnim pomakom (gore-dolje). Ovakva vrsta stativa nije neophodna, ali znatno olak-

šava proces fotografiranja filma. Što se tiče stativa, važno je koristiti onakav stativ koji omogućava da se fotografski aparat dovede u položaj vertikalna na radnu plohu stola, odnosno mobitela na kojem je položen negativ kojeg se fotografira.

Dakle, fotografski aparat postavljen je pod pravim kutem u odnosu na radnu plohu stola. Ovo je važno kako bi se izbjegle distorzije, odnosno perspektivna iskrivljenja na fotografiji. Ispred leće fotografskog aparata nalazi se negativski film, ispod kojeg je difuzor svjetla, a ispod difuzora nalazi se mobilni uređaj, koji je ovdje u službi izvora čistog bijelog svjetla za pozadinsko osvjetljenje transparentnog negativskog filma. Difuzor svjetla je obična tanka prozirna plastika koja služi kako na snimljenoj fotografiji nebi bili nimalo vidljivi pikseli sa zaslona mobilnog uređaja. Idealno je da ovaj komad plastike ipak ne bude apsolutno transparentan, već jako blago zamućen.

Leća fotografskog aparata nalazi se koliko god to ona dopušta blizu negativa kojeg se fotografira. Ovo omogućava maksimalnu iskoristivost pokrivenosti površine senzora fotografskog aparata snimanim motivom. Jedan dio fotografije neminovno će morati biti izrezan, pa je bolje da taj dio bude što manji, tako da se maksimalno iskoriste svi raspoloživi pikseli senzora digitalnog fotografskog aparata.

Nakon što je motiv (negativski film) dobro i pravilno kadriran te izoštren, odnosno fokusiran, snima se fotografija u obliku RAW datoteke. RAW format snimanja odabran je kao logičan izbor za postizanje najkvalitetnijih mogućih rezultata iz razloga što se zna da će snimljenu fotografiju biti potrebno naknadno obrađivati na računalu, a RAW format dopušta najveću kontrolu nad obradom snimljenog materijala.

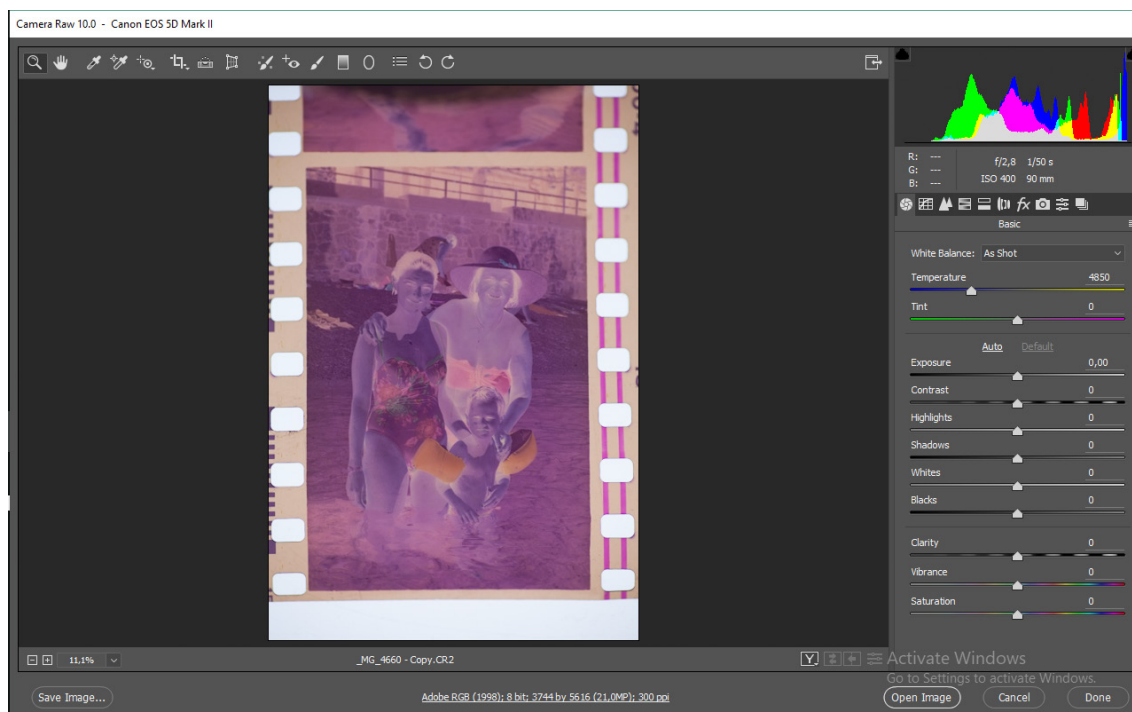
Što se tiče ostalih postavki fotografskog aparata, otvor zaslona pri snimanju svih fotografija bio je namješten na  $f/2.8$ . Osjetljivost na svjetlo ISO, također pri snimanju svih fotografija bila je namještena na vrijednost ISO 400, dok su za vrijednost brzine zatvarača to jest vremena eksponiranja senzora korištene brzine od 1/50s, 1/80s i 1/125s.

Za potrebe ovog rada ukupno je digitalizirano 9 filmskih negativa, od kojih je 8 kolor negativa sa 35 mm filma, te jedan crno-bijeli negativ, sa 6x6 cm negativskog filma, te je od njih računalno izvedeno isto toliko pozitivskih digitalnih fotografija.

## 3.2. Tijek rada procesa računalne obrade kolor negativa

Nakon što je negativski film uspješno fotografiran, snimljena RAW fotografija prebacuje se s memorije fotografskog aparata u memoriju računala, te joj se na računalu pristupa putem programa „Photoshop”, točnije putem dodatka programu koji se zove „Adobe Camera RAW”. To je potprogram koji služi za manipulaciju RAW datotekom i njenu pretvorbu u neki od standardnijih formata zapisa slikovne datoteke kao što su primjerice JPG ili TIFF.

Nakon što se RAW datoteka otvori unutar „Adobe Camera RAW” potprograma, prvi korak je uključiti opciju za ispravljanje geometrijske distorzije objektiva. Ovom opcijom ispravljaju se pogreške na fotografiji koje su rezultat zakrivljenosti leće. Zatim slijedi provjera leže li donji i gornji rub fotografije savršeno vodoravno, i leže li lijevi i desni rub savršeno vertikalno. Ukoliko rubovi fotografije ne leže savršeno horizontalno i vertikalno potrebno ih je poravnati opcijom za horizontalno i vertikalno poravnanje. Ponekad nije niti potrebno koristiti tu opciju već je dovoljno samo jako blago zarotirati cijelu fotografiju. Nakon što su učinjena prva dva koraka i osigurano je da je fotografija snimljenog negativa savršeno poravnata slijedi izrezivanje neiskoristivih dijelova fotografije, koristeći *crop tool* alat. Fotografija negativskog filma otvorena u „Adobe Camera RAW” pretvaraču prikazana je na slici 10. Na fotografiji se jasno vide rubni dijelovi filma, te dio druge fotografije.

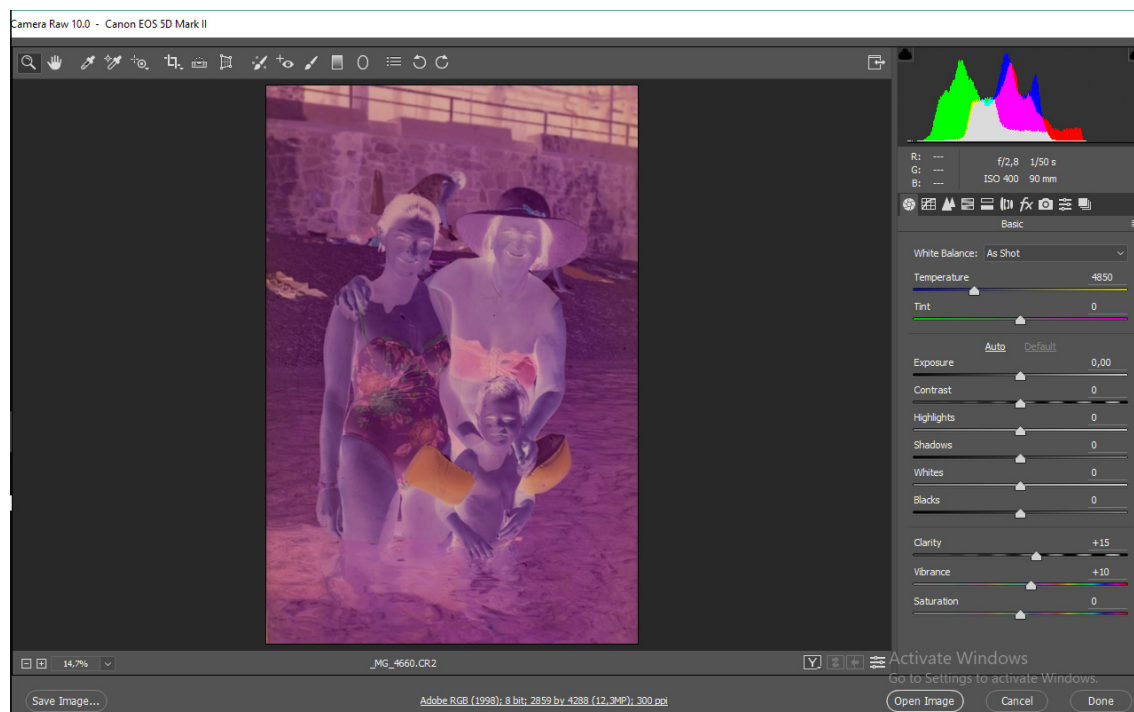


**Slika 10:** Fotografija negativskog filma otvorena u „Adobe Camera RAW” pretvaraču, prije izrezivanja njenih neiskoristivih dijelova.

Ti dijelovi fotografije bit će izrezani korištenjem *crop* funkcije, u omjeru 2:3, što je ujedno i omjer izvornog negativna.

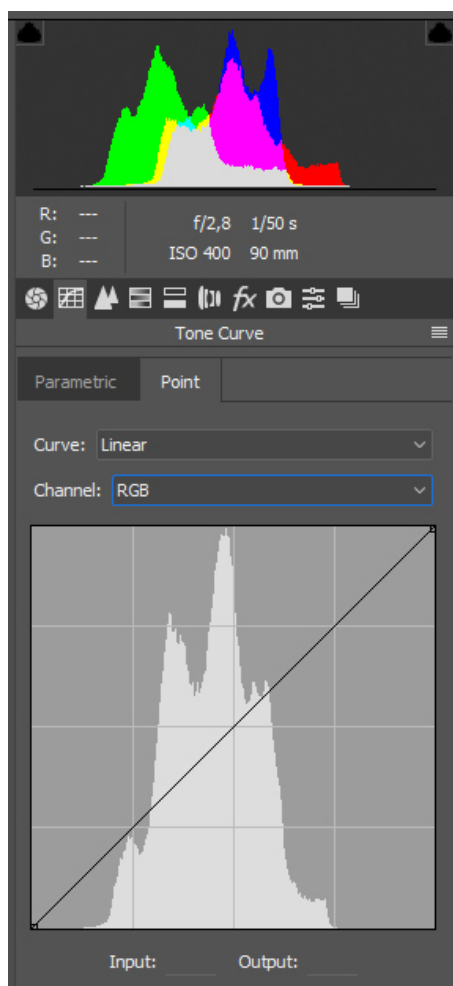
Fotografski aparat se može još više približiti motivu (negativskom filmu), do te mjere da se rubni dijelovi filma gotovo ni ne vide, no za potrebe dočaravanja procesa računalne obrade negativna uzet je ovakav primjer fotografije, na kojoj se dio koji je potrebno izrezati jasno vidi. Naravno, što se manji dio fotografije izreže, to će krajnji rezultat biti veća fotografija, odnosno fotografija sa više megapiksela. U ovom radu, najbolji postignut rezultat što se tiče veličine konačnog rezultata je 93,59% veličine originalnog snimka.

Kada su neiskoristivi dijelovi fotografije negativskog filma izrezani, kao što je prikazano na slici 11, slijedi inverzija boja iz negativskih u pozitivne. Inverz boja mogao bi se napraviti na način da se slika u ovom staju otvori u „Photoshopu” klikom na *Open image* dugme dolje desno, te jednostavnom naredbom *image - adjustment - invert* međutim, u ovom radu inverzija boja iz negativskih u pozitivne vršila se unutar odjeljka *tone curve* u „Adobe Camera RAW” pretvaraču. U tom odjeljku ponuđene su dvije opcije, a to su *parametric* i *point*. Potrebno je odabrati *point* opciju, unutar koje se nalaze dva padajuća izbornika, od kojih prvi imena *curve* služi sa podešavanje kontrasta na fotografiji putem krivulje, odabirom preddefiniranih postavki linearnog, srednjeg i jačeg kontrasta. Također se nudi i opcija *custom* gdje se krivulja kontrasta može ručno namjestiti na željene vrijednosti. Drugi padajući izbornik imena *channel* nudi četiri opcije a to su *RGB*, *Red*,



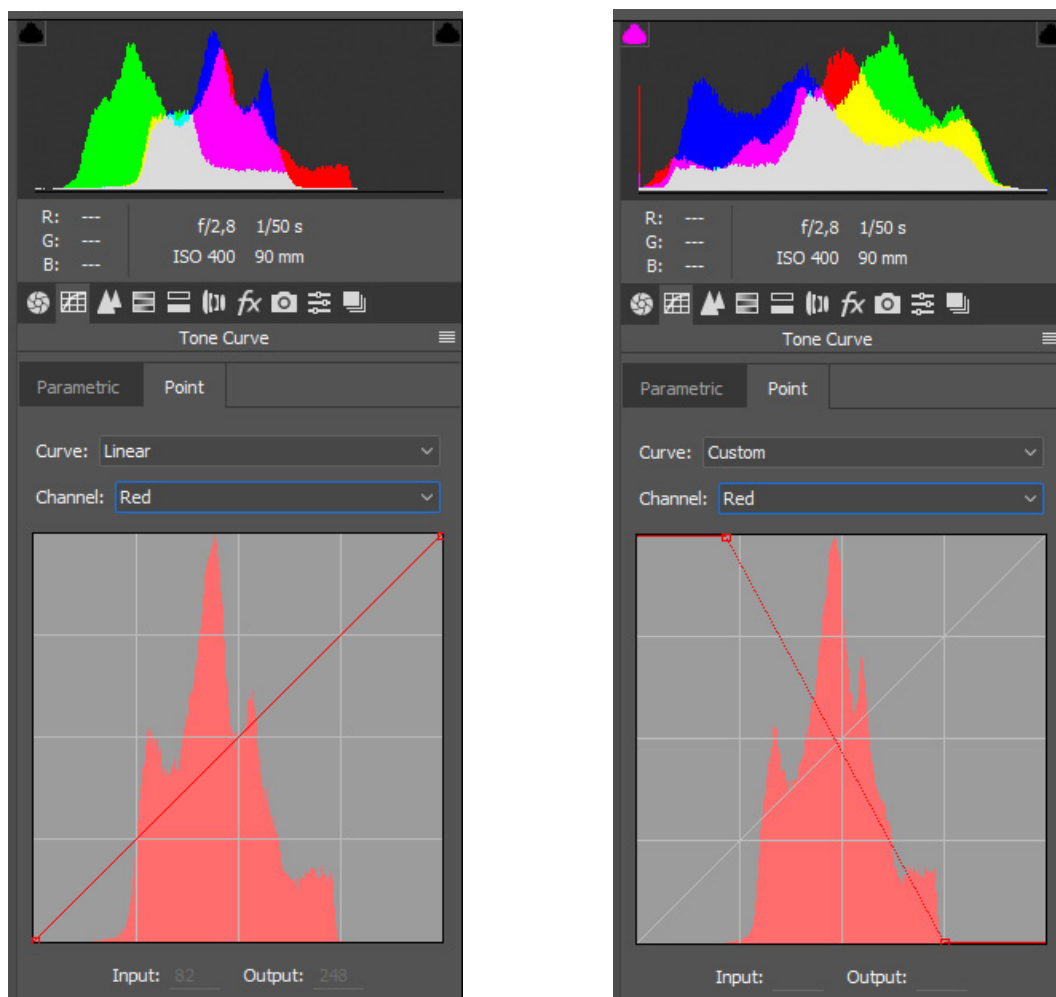
**Slika 11:** Fotografija negativskog filma otvorena u „Adobe Camera RAW” pretvaraču, nakon izrezivanja njenih neiskoristivih dijelova.

*Green* i *Blue*. Inverzija negativskih tonova u pozitivne započinje alterniranjem svake posebno od *Red*, *Green* i *Blue* krivulja. Izgled ovog odjeljka sa zadanim opcijama prikazan je slikom 12. U ovom trenutku potrebno je unutar *channel* padajućeg izbornika odabrati *Red* (crveni) kanal te njegovu krivulju alternirati na način da se klikom miša zahvati krajnja donja lijeva točka krivulje, te je se potpuno odvuče u gornji lijevi kut. Zatim se klikom miša zahvati krajnja gornja desna točka krivulje, i nju se odvuče u donji desni kut. Ovom akcijom postiže se inverzija tonova crvenog kanala fotografije. Takvu alterniranu krivulju sada je potrebno iz gornjeg lijevog kuta i donjeg desnog kuta skratiti njenim povlačenjem do točke na kojoj histogram crvenog kanala počinje, odnosno završava. Ovo skraćivanje krivulje moguće je postići i na način da se unose brojčane vrijednosti u *input* i *output* modul. Ovo skraćivanje početka i završetka krivulje služi da bi se poboljšao kontrast na fotografiji. Izgled krivulje crvenog kanala prije i poslije njene inverzije i skraćivanja prikazan je slikom 13, na stranici 30. Nakon što je učinjena



**Slika 12:** Izgled tone curve odjeljka unutar „Adobe Camera RAW” pretvarača, uz pomoć kojeg se vrši negativ - pozitiv tonska konverzija.

inverzija tonova nad krivuljom crvenog kanala potrebno je istu radnju ponoviti još dva puta, za zeleni i plavi kanal kako bi fotografija u konačnici poprimila željeni pozitivski izgled. Inverzija tonova može se dobiti i na brži način, a to je da se opisani proces inverzije krivulje primijeni nad čitavim RGB kanalom odjednom, no pokazalo se da se dobiju kvalitetniji rezultati kada se invertiraju boje svakog kanala posebno.

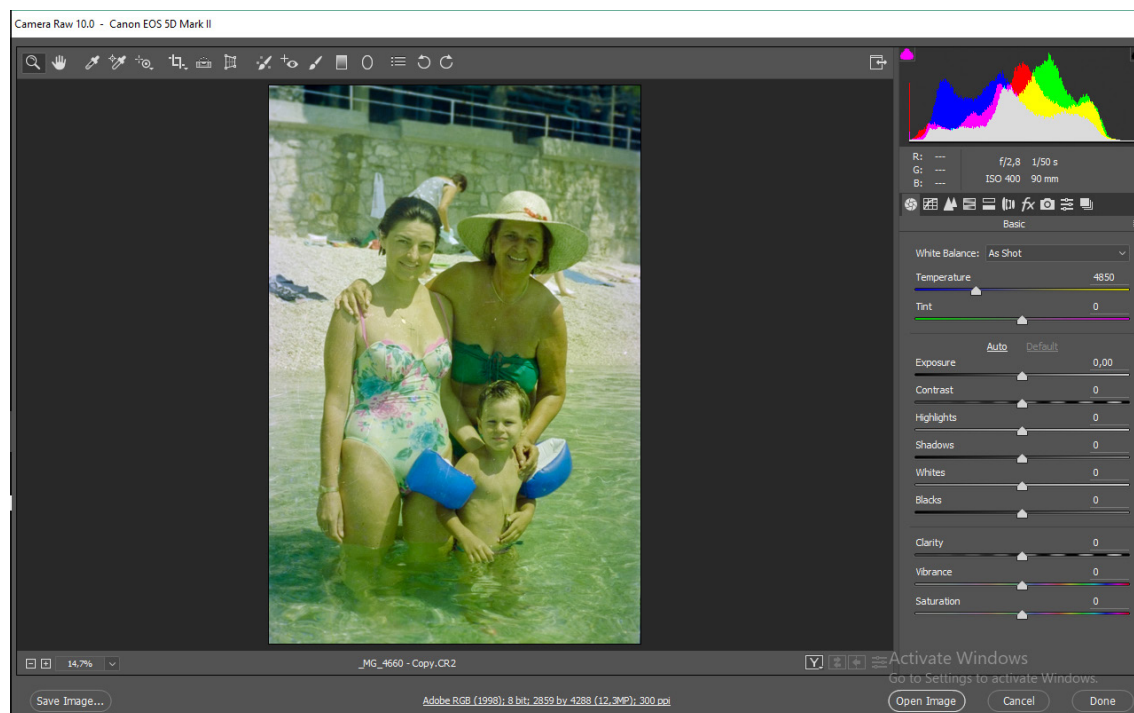


**Slika 13:** Izgled krivulje crvenog kanala prije (lijevo) i poslije (desno) njene alternacije, odnosno inverzije tonova crvenog kanala.

Po završetku inverzije negativskih tonova u pozitivske, boje na fotografiji poprimile su “normalni” željeni izgled, no moguće je primijetiti kako cijela fotografija ima blagi zelenkasto - žuti ton. Sljedeći korak u obradi fotografije je uklanjanje ovog zelenkastog tona putem korekcije boja. Izgled fotografije nakon inverzije tonova prikazan je slikom 14 na stranici 31. U ovom trenutku, ukoliko je to potrebno moguće je utjecati na ostale

parametre fotografije kao što su ekspozicija, kontrast, svijetli tonovi, sjene, bijele, crne i tako dalje. Međutim, s obzirom na to da je svaka od RGB krivulja alternirana na način kako je to objašnjeno u prethodnom koraku, promijenio se i očekivani efekt pri pomicanju navedenih klizača (ekspozicija, kontrast, sjene itd.) pa sada, primjerice, ukoliko se klizač ekspozicije odvuče prema negativnoj vrijednosti slika umjesto da postaje tamnija, ona će postajati svjetlija. Ista stvar se događa pri pomicanju gotovo svih ostalih klizača, uključujući i klizače kojima se mijenjaju svjetlina, ton i zasićenje određene boje. Sve opcije i dalje funkcioniraju, jedini je problem u tome što ne funkcioniraju na intuitivan način, kako bi korisnik očekivao, pa je u ovom koraku korekcije boja na fotografiji jako važno dobro paziti što se događa sa fotografijom i njenim bojama prilikom pomicanja klizača.

Zelenkasto - žuti ton sa fotografije unutar „Adobe Camera RAW” pretvarača djelomično je uklonjen korištenjem *HSL/Grayscale* odjeljka u kojem se mijenjanjem vrijednosti svjetline, tona i zasićenja određene boje postigao prirodan izgled fotografije bez zelenog odsjaja i čistih boja. Alternacija boja nakon tonske inverzije radi na način da djeluje po principu komplementarnog kontrasta, što konkretno u ovom slučaju znači da je za uklanjanje zelenkasto - žutog tona sa fotografije bilo potrebno smanjiti tonske (*hue*) i saturacijske vrijednost ljubičastih i plavih boja na fotografiji. Ovom akcijom postignut je prirodan izgled boja na fotografiji, i samim time prirodan izgled boje kože ljudi na fo-



**Slika 14:** Izgled fotografije nakon konverzije negativskih tonova u pozitivske.

tografiji. Izgled fotografije nakon korekcije boja putem *HSL/Grayscale* odjeljka prikazan je na slici 15. Nakon ovog koraka uslijedila je daljnja korekcija boja korištenjem odjeljka *Camera calibration* unutar kojeg je odabran „Adobe standard” kamera profil, a zatim su vrlo blago mijenjane vrijednosti tona i saturacije crvenog, zelenog i plavog kanala, kako bi se boje sa fotografije još više ujednačile. Ovi klizači također su poremećeni uslijed tonske inverzije pa je i s njima važno vršiti vizualnu kontrolu onoga što se događa sa bojama fotografije kada ih se pomiče, dok se ne dođe do željenog efekta.



**Slika 15:** Izgled fotografije nakon korekcije boja u „Adobe Camera RAW” pretvaraču.



Nakon što je postignut željeni rezultat tonske konverzije negativa u pozitiv, te je izvršena korekcija boja i fotografija izgleda zadovoljavajuće, idući korak je otvoriti tu fotografiju u „Photoshopu” klikom na *Open image* dugme. Fotografija zahtijeva još malo kolor korekcije koja se može izvršiti naredbom *image - adjustments - selective color*, no takav način korekcije je destruktivan po sliku, pa je bolje postupiti na način da se nad glavnim layerom slike kreira novi *adjustment layer* klikom na *selective color*. *Adjustment layer* može se naknadno mijenjati ili isključiti po potrebi, pa stoga ovakav oblik korekcije boja ne djeluje destruktivno na sliku. Otvoreni *selective color adjustment layer* u *Photoshopu* prikazan je na slici 16. Dijalog *selective color* dopušta manipulaciju crvenim, žutim, zelenim, cijan, plavim, magenta, bijelim, neutralnim i crnim bojama, a one se mogu mijenjati po principu dodavanja ili oduzimanja bilo koje od CMYK boja unutar te same odabrane grupe boja. Nakon što se završi i ova dodatna kolor korekcija koja se provodi putem spomenutog *selective color adjustment layera*, čiji je cilj fino usklađivanje svih boja i postizanje što prirodnijeg izgleda slike, fotografija se sprema kao JPG datoteka najveće kvalitete. Konačni izgled obrađivane fotografije prikazan je na slici 17, na 34. stranici, dok slika 18 na 35. stranici prikazuje 4 faze računalne obrade negativa. Prva fotografija sa slike 18 prikazuje izgled digitaliziranog negativa, druga prikazuje negativ invertiran u pozitivske tonove, treća prikazuje pozitivsku fotografiju kojoj su korigirane boje, i posljednja prikazuje konačni rezultat nakon još jedne korekcije boja u „Photoshopu”.



**Slika 16:** Dodatna kolor korekcija u „Photoshopu” putem dodavanja *selective color adjustment layera*.



Slika 17: Konačni rezultat nakon dodatne kolor korekcije u „Photoshopu”.



**Slika 18:** Faze računalne obrade negativ-pozitiv-kolor korekcija 1 i 2.

### 3.3. Tijek rada procesa računalne obrade crno-bijelog negativa

Način računalne obrade crno-bijelog negativa u pravilu se ne razlikuje mnogo od načina obrade kolor negativa. Proces započinje na identičan način, a to je ispravljanjem sferne aberacije na fotografiji koja nastaje kao posljedica zakrivljenosti leće objekтива. Zatim se poravnavaju rubovi fotografije koristeći opcije za horizontalno i vertikalno poravnanje, nakon čega se izrezuju neiskoristivi dijelovi sa fotografije digitaliziranog negativa. Tijek procesa konverzije negativskih tonova u pozitivne jednak je tijekom procesa kod konverzije kolor filma iz razloga što je crno bijeli negativ također fotografiran u boji, tako da se i u ovom slučaju izverzija tonova provodi po principu inverzije svakog od *Red* (crvenog), *Green* (zelenog) i *Blue* (plavog) kanala. Razilika obrade crno-bijelog negativa od obrade negativa u boji je u tome što se kod crno-bijelog nakon inverzije tonova prisupa odjeljku *HSL / Grayscale* te se tamo označava opcija *Convert to grayscale*. U tom trenutku odbacuju se RGB kanali, pa je čitav proces znatno kraći iz razloga što su izostavljeni svi koraci korekcija boja. Nakon toga preostaje jedino uskladiti kontrast, jasnoću, sjene, te tamne i svijetle dijelove fotografije. Izgled fotografiranog negativa prije izrezivanja njegovih neiskoristivih dijelova prikazan je slikom 19.



**Slika 19:** Fotografija crno-bijelog negativskog filma otvorena u „Adobe Camera RAW” pretvaraču, prije izrezivanja njenih neiskoristivih dijelova.

Slika 20 prikazuje izgled negativa nakon što su *crop* alatom izrezani neiskoristivi dijelovi negativa, te je njegov oblik doveden u omjer 1:1, što odgovara omjeru stranica izvornog 6x6 cm filmskog negativa.



**Slika 20:** Fotografija crno-bijelog negativskog filma otvorena u „Adobe Camera RAW” pretvaraču, nakon izrezivanja njenih neiskoristivih dijelova.

Nakon izrezivanja neiskoristivih dijelova sa fotografije negativa slijedi inverzija njegovih tonova iz negativskih u pozitivne. Negativ - pozitiv konverzija provodi se, kao i kod kolor negativa kroz opcije iz *tone curve* odjeljka, inverzijom krivulja svakog od RGB kanala. Po završetku negativ - pozitiv konverzije pristupa se odjeljku *HSL / Grayscale*, gdje je potrebno označiti opciju *convert to grayscale*, kako bi se zadržali jedino podaci o svjetlini tonova. U trenutku kada je dobivena crno-bijela fotografija, ona ima relativno plošan izgled, što upućuje na to da je potrebno korigirati vrijednosti kontrasta, oštrotine, te svijetlih, srednjih i tamnih tonova fotografije s ciljem postizanja njenog punog potencijala. S obzirom na prirodu rada sa RAW datotekama, izgled fotografije može se značajno korigirati u svega nekoliko jednostavnih koraka. Važno je napomenuti kako je i kod obrade crno-bije fotografije, u „Adobe Camera RAW” potprogramu, većina klizača kojima se mijenjaju gore navedene karakteristike poremećena pa je i u ovom slučaju važno paziti na koji način se izgled fotografije mijenja prilikom njihovog pomicanja. Na

slici 21 prikazan je izgled fotografije nakon negativ pozitiv konverzije u „Adobe Camera RAW” pretvaraču, ali prije korekcije kontrasta, oštine, svjetla i sjene. Slikom 22 dan je usporedni prikaz izgleda negativske i pozitivske slike, a slika 23 prikazuje konačni rezultat negativ - pozitiv konverzije.



**Slika 21:** Fotografija crno-bijelog negativskog filma otvorena u „Adobe Camera RAW” pretvaraču, nakon negativ - pozitiv konverzije.



**Slika 22:** Negativ pozitiv konverzija crno-bijelog filma.



**Slika 23:** Konačni rezultat negativ-pozitiv konverzije crno-bijelog negativa nakon korekcije kontrasta.

### 3.4. Ostali rezultati negativ - pozitiv konverzije













Slika 24 - 30: Ostali rezultati negativ - pozitiv konverzije

## 4. Zaključak

Fotografski negativni općenito, na kakvoj god podlozi da se nalaze skloni su fizičkom propadanju, blijedenju boja i degradaciji materijala od kojih su sačinjeni. Propadanje je dodatno ubrzano ukoliko negativ nije pravilno čuvan odnosno skladišten. Način i tehnike izrade negativskog materijala i emulzija kroz povijest su se mijenjale i usavršavale, te bi nova i savršenija negativska podloga uvijek potisnula staru. Sa svakom novom negativskom podlogom ujedno se i pojednostavljavao čitav fotografski proces, sve do mjere dok fotografija nije postala omogućena širokim masama i njen potencijal bio maksimalno komercijaliziran. Stare negativske snimke često su kroz povijest bivale presnimavane (kopirane) na nove podloge, kako bi se sačuvala fotografska ostavština iz prošlosti. U moderno vrijeme digitalnih dostignuća, digitalizacija se nudi kao izbor najnovije metode perzervacije starih negativa. Prednost digitalnih datoteka i podataka u odnosu na klasične, fizičke, je u tome što ne dolazi do njihovog propadanja uslijed procesa starenja.

U ovom radu opisana je i prikazana metoda digitalizacije filmskog negativa upotrebom DSLR fotografskog aparata. Priloženi rezultati negativ - pozitiv digitalne konverzije pokazuju da je moguće postići relativno kvalitetne rezultate pri dobivanju pozitivne fotografije iz digitaliziranog negativa. Konačni rezultat digitalizacije filmskog negativa, te digitalne negativ - pozitiv konverzije varira ovisno o kvaliteti nekolicine faktora. Za početak, negativ mora biti fotografiran maksimalno kvalitetno i pravilno kako bi imao veći potencijal u konverziji u pozitiv. Fotografiranje sa kvalitetnijim fotografskim aparatom, naravno, polučit će bolji konačni rezultat. Fizička oštećenja negativa, kao i nečistoće ili prašina koja se uhvatila za negativski film također imaju bitan utjecaj na izgled krajnjeg rezultata digitalizacije i negativ - pozitiv konverzije. Iz tog razloga važno je pažljivo očistiti negativski film prije njegovog fotografiranja, te za vrijeme fotografiranja isto tako pažljivi rukovati njime kako li se minimalizirala mogućnost prljanja filma ili njegovog oštećenja uslijed nespretnog rukovanja.

Redosljed koraka naknadne obrade negativa na računalu i odabir programa za obradu također igraju jako važnu ulogu u izgledu konačnog rezultata negativ - pozitiv konverzije. Računalnom obradom snimljene fotografije negativa, moguće je postići najrazličitije konačne rezultate, no u ovom radu cilj je bio dobiti fotografije što prirodnijeg izgleda, jasnih i čistih boja, najslabije onima kakve bi se dobile kada bi se dotični negativ povećavao na fotografski papir.

Radom opisana metoda digitalizacije filmskog negativa, zajedno sa metodom negativ - pozitiv konverzije predstavlja relativno brzu i široko pristupačnu metodu kojom se mogu digitalizirati kućne zbirke obiteljskih fotografija, te razne druge zbirke kod kojih

konačni rezultat ne mora biti apsolutno najviše moguće kvalitete, kakva je potrebna recimo za muzejski arhiv. Jasno da posebno dizajnirani uređaj za skeniranje filmskih negativa u startu daje kvalitetnije rezultate od onih koji se mogu postići fotografskim aparatom, no radom je dokazano da se DSLR fotografski aparat može koristiti i u ovakve svrhe, i pritom dati i više nego zadovoljavajuće rezultate za većinu naknadnih aplikacija.

## 5. Slikovni izvori

1. Slika 1 - Slika 8 - Hrvoje Gržina, Negativi u zbirka fotografija – povijest, identifikacija, obrada i zaštita, Arh. vjesn., god. 53 (2010), str. 63-84
2. Slika 9 - Domagoj Šimundić, autorske fotografije
3. Slika 10 - snimka zaslona nastala za potrebe pisanja ovog rada
4. Slika 11 - snimka zaslona nastala za potrebe pisanja ovog rada
5. Slika 12 - snimka zaslona nastala za potrebe pisanja ovog rada
6. Slika 13 - snimka zaslona nastala za potrebe pisanja ovog rada
7. Slika 14 - snimka zaslona nastala za potrebe pisanja ovog rada
8. Slika 15 - Domagoj Šimundić, autorska fotografija
9. Slika 16 - snimka zaslona nastala za potrebe pisanja ovog rada
10. Slika 17 - Domagoj Šimundić, autorska fotografija
11. Slika 18 - Domagoj Šimundić, autorske fotografije
12. Slika 19 - snimka zaslona nastala za potrebe pisanja ovog rada
13. Slika 20 - snimka zaslona nastala za potrebe pisanja ovog rada
14. Slika 21 - snimka zaslona nastala za potrebe pisanja ovog rada
15. Slika 22 - Domagoj Šimundić, autorske fotografije\*
16. Slika 23 - Domagoj Šimundić, autorska fotografija\*
17. Slika 24 -Slika 30 - Domagoj Šimundić, autorske fotografije

\*Korištene fotografije pod rednim brojem 22 i 23 u digitalnom obliku jesu autorske, no sam fotografirani negativ ustupljen je sa kolegija „Fotografski procesi”

## 6. Literatura

1. John Hedgecoe - Sve o fotografiji i fotografiranju, Mladost 1977
2. Valentina Prepolec - Povijest fotografskih pozitiva i negativa - identifikacija i mogućnosti zaštite materijala, Završni rad - Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Filozofski fakultet, Preddiplomski studij informatologije, Osijek 2017.
3. Hrvoje Gržina, Negativi u zbirkama fotografija – povijest, identifikacija, obrada i zaštita, Arh. vjesn., god. 53 (2010), str. 63-84
4. Domagoj Šimundić - RAW format fotografije i njegove mogućnosti, Završni rad - Grafički fakultet, Zagreb 2016.
5. Katrin Eismann, Sean Duggan, Tim Grey - Čarobni svet digitalne fotografije, Kom-pjuter biblioteka, 2005.
6. Enio Jergović - Prostor boja VS model boja, Završni rad - Grafički fakultet, Zagreb 2013.
7. Adrian Bailey, Adrian Holloway - Sve o fotografiji u boji, Mladost 1979