

# Iluzija dubine u fotografiji

---

**Drezga, Ivana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*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:216:095471>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-02**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**GRAFIČKI FAKULTET**

**ZAVRŠNI RAD**

Ivana Drezga

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**GRAFIČKI FAKULTET**

Smjer: Dizajn Grafičkih proizvoda

**ZAVRŠNI RAD**

**ILUZIJA DUBINE U FOTOGRAFIJI**

Mentor:

dr.sc. Miroslav Mikota

Student:

Ivana Drezga

Zagreb, 2015.

## SAŽETAK

Naše oko prima dvodimenzionalnu sliku. Te dvije slike gledane su pod različitim kutovima što naš mozak dalje procesuirá i stvara trodimenzionalnu sliku prostora. Fotografija kao dvodimenzionalna kopija stvarnosti može poprimiti trodimenzionalnost određenim tehnikama i tako stvoriti iluziju dubine. U ovom završnom radu teorijski se obrađuje povijest nastanka trodimenzionalnosti u fotografiji, tehnika pomoću kojih dobivamo privid dubine u fotografiji te proces kojim se taj efekt postiže uz pomoć današnje tehnologije. U praktičnom dijelu rada se prilažu osobni autorski radovi koji jasnije prikazuju proces stvaranja dojma trodimenzionalnosti danas.

**Ključne riječi:** *stereofotografija, fotografija, 3D, metode, efekti*

## ABSTRACT

Our eye receives a two-dimensional image. These two images are viewed at different angles as our brain continues to process and creates a three-dimensional image of space. Photography as two-dimensional copy of reality can become a three-dimensional image and create the illusion of depth with help of certain techniques. This final work deals with the theoretical history of the emergence of three-dimensional image in photography, a technique by which we get the illusion of depth in a photography, and the process by which this effect is achieved with the help of today's technology. In the practical part the work shall be accompanied by a personal author work that clearly shows the process of creating the impression of three-dimensionality today.

**Ključne riječi:** *stereophotography, photo, 3D, methods, effects*

# SADRŽAJ

1. Uvod .....	1
2. Teoretski dio .....	2
2.1. Povijest fotografije.....	2
2.1.1. Digitalna fotografija.....	6
2.2. Iluzija dubine u fotografiji .....	8
2.2.1. Stereofotografija .....	8
2.2.2. Anaglifi .....	11
2.3. Primjena i budućnost 3D fotografije.....	13
2.3.1. Holografija.....	19
3. Praktični rad.....	20
3.1. Digitalna anaglifija .....	20
4. Zaključak .....	30
5. Literatura .....	31



# 1. UVOD

Fotografija je po definiciji zapis nekog trenutka iz stvarnosti kemijskom ili grafičkom obradom. Svojim razvojem privukla je i sam razvoj tehnologije i nova otkrića na području grafičkog prikaza. Kako se razvijala tehnologija računala paralelno ju je slijedio i razvoj fotografije. Tada se pojavljuje i moderniji primjerak fotografije koja je bila digitalna fotografija. Fotografija tada pronalazi svoj smisao u računalnoj grafici i kao u simbiozi nastavljaju skupa svoj tehnološki napredak.

Pojavom računalne grafike pojavljuje se i čovjekova želja za stvaranjem virtualne stvarnosti. Sami začetci virtualne stvarnosti temeljeni su na stereoskopskom vidu koji seže još iz vremena prvih 3D fotografija. Stereoskopski vid je temeljen je na principu slika koje svakog oko vidi pojedinačno. Svako oko pojedinačno opaža i stvara sliku prostora, a zatim putem živčanog sustava te slike šalje u mozak gdje se one stapaju u jedinstveni vizualni doživljaj. Zahvaljujući tom principu sama 3D fotografije je sagradila svoje temelje.

Kako je kroz godine tehnika nastajanja 3d fotografija uznapredovala usporedno sa tehnologijom proširila se i u mnoge sfere društva i pokrenula novi trend. Pružila je neočekivane stvaralačke mogućnosti i primjenu u najraznijim društvenim djelatnostima. Osim u medicini, arheologiji, našla je svoje mjesto i u umjetnosti gdje je stvorila potpuno nove pravce koji su bili pozitivno prihvaćeni od strane društva umjetnika.

Iluzija dubine je čovjeku oduvijek bila interesantna i zato se ovaj rad bavi sa 3D fotografijom i njezinom zabavnom stranom primjene u današnjem društvu.

## **2. TEORETSKI DIO**

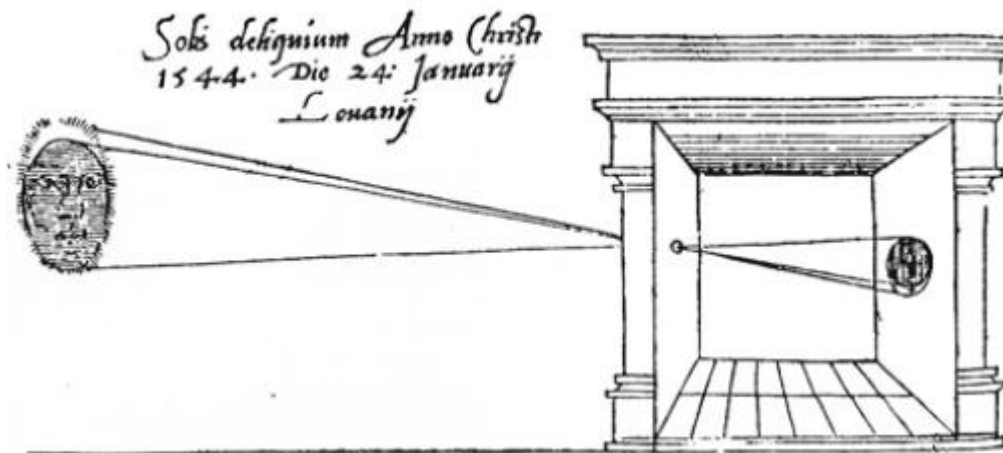
### **2.1. Povijest fotografije**

U Europi 19. stoljeća pojavljuje se novi trend, nova tehnika poznatija pod imenom Daguerreova tehnika. Nov umjetnički oblik raširen u Parizu i Londonu, u kojem umjetnici, odn. Entuzijasti pod svaku cijenu žele imati vlastiti fotoaparat i sami premazivati svoje ploče, s ciljem razvoja amaterskih fotografija. U spomenutim gradovima, trend postaju kutije na balkonima iza kojih su stajali fotografi amateri sa satom na ruci brojeći minute ekspozicije, kako bi slika nekog drveta, ulične svjetiljke ili kuće ostavila trag na svjetlosno osjetljivoj ploči.

Tokom desetljeća, nakon Daguerreova pronalaska, znanstvenici i fotografi nastojali su udruženim snagama poboljšati aparate i usavršiti prvotne postupke. Postepeno je fotografija preuzimala zadatak koji je do tada predstavljao jednu od najvažnijih funkcija likovne umjetnosti - preciznu reprodukciju vizualnih informacija. U umjetnosti portretiranja fotografija se najbrže potvrdila. Više nije bilo potrebno pozirati pred slikarom kao model. Fotografskim portretom, koji je uz to zahtijevao manje vremena i bio jeftiniji, mogao se postići isti društveni efekt. Prvi putujući fotografi vratili su se kući s vjernim kopijama dalekih gradova, krajolika i bitaka, kojima su se do tada ljudi mogli diviti isključivo na platnima i crtežima.

Većina optičkih i kemijskih principa na kojima se temelji fotografija bila je već odavno poznata, kad je oko 1826. godine nastala prva fotografska snimka. Od Aristotela, ako ne i prije, znalo se da svjetlosne zrake, koje padaju kroz malu rupicu, mogu projicirati sliku. U 10. stoljeću je arapski učenjak Alhazen opisao kako se pomrčina sunca može promatrati u cameri obscuri, zamračenoj prostoriji u čijem je vanjskom zidu napravljen malen okrugao otvor.





*Slika 1. Camera Obscura*

U doba renesanse u otvor je bila utisnuta leća, kako bi projicirana slika bila štabolja, a camera obscura postala je manja i prikladnija za prenošenje. U 17. stoljeću se veličina camere obscurae (Slika 1.) smanjila na veličinu male, lako prenosive kutije pa su je mnogi umjetnici koristili kao pomoćno sredstvo prilikom crtanja, ponajviše krajolika. Vjerojatno je da su mnogi korisnici camere obscurae sanjali o postupku koji bi im omogućio da zauvijek zadrže projiciranu sliku. Da određeni srebrni spojevi pod utjecajem sunčane svjetlosti crne, uočio je već 1604. godine talijanski istraživač Angelo Sala. No problem se sastojao u tome kako da se ta reakcija ustali, tako da slika više ne bi blijedila.

Godine 1725. Johann Heinrich Schulze, profesor medicine na njemačkom sveučilištu Altdorf, izradio je u jednom drugom pokusu prvu takvu prolaznu sliku. Schulze je bocu s mješavinom srebrnog nitrata izložio sunčanoj svjetlosti; poslije nekoliko minuta je ustanovio da se sadržaj boce na onoj strani na koju su sunčane zrake direktno djelovale obojio tamnoljubičasto, dok je ostatak pokazivao prvotnu bijelu boju. Kad je bocu protresao, obojenje je odmah nestalo - tamnoljubičasta boja se izgubila. Schulze je zatim na bocu nalijepio papirnate šablone i ponovo je postavio direktno na sunce. Pošto je kasnije uklonio šablone, one su se kao negativne slike ocrtavale na sadržaju boce - na mjestima gdje su zasjenile svjetlost otopina je ostala svijetla, dok se okolina obojila tamno. Da bi ustanovio potječe li obojenje nezaštićenih kemikalija od svjetlosti ili od topline sunčevih zraka, Schulze je drugu posudu s mješavinom stavio u peć. Ona nije potamnijela, očito je

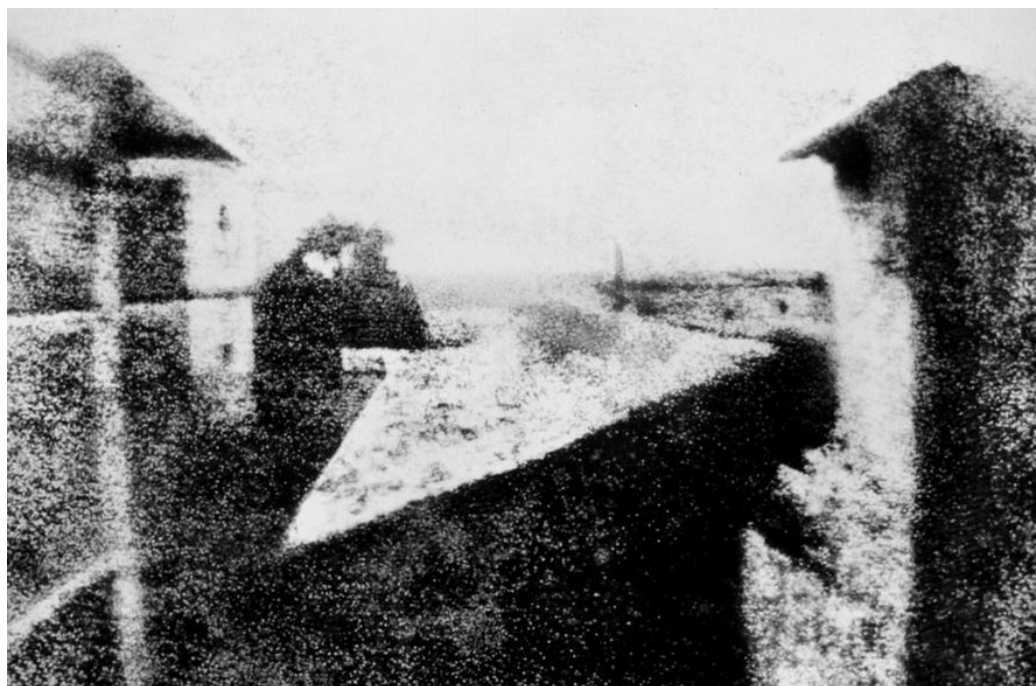
svjetlost izazvala promjenu. No obrisi šablona ubrzo bi nestajali. Za relativno kratko vrijeme dnevna bi svjetlost u sobi obojila svijetle figure jednako tamno kao i okolni sediment.

Početak 19. stoljeća Thomas Wedgwood, najmlađi sin Josiaha Wedgwooda, slavnog engleskog keramičara, izvršio je slične pokuse. Na papir ili bijelu kožu, koje bi pomoću srebra učinio osjetljivima na svjetlost, stavljao bi listove ili krilca insekata i izlagao ih suncu. Kao i Schulze, dobivao bi negativne siluete. Te je slike na razne načine pokušavao učiniti trajnima, no to mu nije uspjelo. Čim bi na njih palo svjetlo, odmah bi ponovo potamnjele.

No Schulze i Wedgwood su ipak bili na ispravnom putu. Zbog svojih jedinstvenih svojstava atom srebra može stvarati spojeve i kristale osjetljive na energiju svjetlosnih valova, a njihova se reakcija na svjetlost može kontrolirati. Čudnovato je, međutim, da srebro uopće nije igralo nikakve uloge u pokusima što su doveli do prve trajne slike koju možemo smatrati pravom fotografijom. Takvu je sliku ljeta 1826. izradio Joseph Nicéphore Niépce, francuski pronalazač i fotograf koji je živio u malom gradu Chalon-sur-Saône.

Kako nije posjedovao crtačkog talenta, Niépce je odlučio razviti fotokemijski postupak kojim bi prenosio bakroreze na litografski kamen. Znao je da se određena vrsta asfalta, tzv. judejski bitumen, stvrdne pod utjecajem svjetlosti. Taj asfalt je otopio lavendulinom ulju, koje se koristilo za firmise i time premazao komad cinčanog lima. Na premazanu površinu obrnuto je položio crtež koji je prethodno nauljio i učinio ga providnim. Zatim je pustio da sunce kroz crtež djeluje na lim. Asfalt se pod utjecajem svjetlosti stvrdnuo svugdje gdje su bjeline na crtežu propuštale svjetlo. Mjesta, koja su linijama crteža bila zaštićena od svjetla, ostala su, topiva. Niépce je zatim isprao ploču lavendulinim uljem, da bi odstranio mekan, topiv asfalt na koji nije djelovala svjetlost. One dijelove koji su odgovarali crnim dijelovima originalnog crteža očistio je sve do glatkog metala i zatim jetkao kiselinom. U jetkana udubljenja slegla se tiskarska boja i tako je nastala kopija vjerna originalu. Taj postupak je Niépce nazvao "helio-gravur" prema grčkoj riječi "helios" za sunce i francuskoj "gravure" za rezbariju. Izradio je nekoliko takvih heliografskih ploča, no ubrzo se domislio mnogo zanimljivijoj primjeni svog postupka. Jednu od asfaltom premazanih

ploča učvrstio je u unutrašnjosti camere obscure, leću je kroz otvoreni prozor usmjerio na dvorište i ostavio je tako čitav dan. Pošto je izvadio ploču i isprao je uljem, na njoj se donekle mogla raspoznati slika krovova i dimnjaka pred prozorom (Slika 2.). Da bi dobio bolju sliku i skratio vrijeme ekspozicije, Niepce je eksperimentirao i s nekim drugim tvarima osjetljivima na svjetlost. Međuostalim s bakrenom pločom premazanom srebrom.



*Slika 2. La cour du domaine du Gras, Nicéphore Niépce*

### 2.1.1. Digitalna fotografija

Za razvoj digitalne fotografije u velikoj je mjeri odgovoran izum i razvoj kompjuterske tehnologije i mikročipova. Donedavno, osobni kompjuteri bili su samo plod mašte, a njihova procesna moć nezamislivo sretstvo – upravo pojava osobnih kompjutera i razvoj mikročipova omogućili su pojavu, široku namjenu i rasprostranjenost digitalnih fotoaparata.

Naime, digitalni i klasični fotoaparat imaju istu svrhu i ostvaruju ju na isti način; koriste svjetlosnu energiju kako bi promijenili stanje fotoosjetljive tvari. Ta se reakcija nadalje elektronskim ili kemijskim putem manipulira – pojačava ili naglašava kako bi rezultati naposljetku bili vidljivi.

Temeljna razlika digitalne i klasične fotografije je u tome što digitalna koristi fotoosjetljivi senzor koji se nalazi u samom fotoaparatu (a pritom se i sve faze nastanka vidljive fotografije odvijaju unutar aparata), dok je kod klasične fotografije u pitanju fotoosjetljivi sloj filma, a u tom slučaju razvijanje i pohrana zbivaju se izvan njega.

Korištenje elektroničkog senzora u digitalnoj fotografiji omogućava pohranjivanje fotografije kao skup binarnih podataka, što podrazumijeva i mogućnost spremanja i uređivanja slika na osobnom računalu.

Na mnogo načina, to je jednostavno logičan korak u razvoju fotografskog medija. Njegove prednosti su brojne – utoliko što dopušta veću kontrolu nad rezultatom, a ne može se osporiti i kako je ekološki osvještenije i financijski isplativije. Napokon, zahtijeva znantno manje korištenje materijala (filma i kemikalija potrebnih za razvijanje fotografija). Uostalom, uklanja i ograničenje s kojim su se fotografi prije suočavali – ukoliko nisu imali visoki pristup crnoj komori, krucijalni dio fotografije ne samo da je bio rađen „naslijepo“, već je bio i odgođen.

Potrebno je spomenuti i kako je digitalna fotografija otvorila vrata u obrađivanje i daljnju manipulaciju fotografije uz pomoć grafičkih programa poput *Adobe Photoshopa* i ostalih softvera.

Pregled slika na licu mjesta i korištenje grafičkih računalnih programa dozvoljava fotografu i da uvidi svoje rezultate i potencijalne pogreške trenutno, što znači da ih može trenutno korigirati po potrebi.

Za svaku promjenu i manipulaciju potrebna mu je samo jedna ispravno eksponirana snimka. Iz nje, može se ostvariti čitav niz reprodukcija s različitim efektima i namjenama. Fotografija se može kopirati bezbroj puta bez narušavanja kvalitete. Dapače, korištenje *RAW* datoteke dopušta oponašanje preeksponiranja i podeksponiranja iz samo jedne datoteke.

*RAW* slikovne datoteke sadrže sažete i minimalno procesirane podatke iz senzora digitalnog fotoaparata ili skenera – a u trenutku kada se procesiraju u vidljivu sliku, postaju „razvijene“ fotografije.

## 2.2. Iluzija dubine u fotografiji

### 2.2.1 Stereofotografija

Kada ljudi razmišljaju o trodimenzionalnim prikazima i umjetnosti, mnogi zamisle Avatar, ili nešto starije filmove kojima su privid trodimenzionalnosti postizali uz naočale s crveno-plavim lećama.

Unatoč tome, povijest 3D prikaza seže u puno dalju prošlost nego što bi se očekivalo, a pritom pokriva i puno šire područje izuma i umjetnosti.

Već 280 godina prije Krista, Euklid je primjetio da je percepcija dubine u ljudskom mozgu proizvedena tako da nam oči u isto vrijeme gledaju 2 različite slike istog objekta – svako iz svojeg, suptilno drugačijeg kuta – a one se naknadno kombiniraju u jednu sliku. Ta ideja potaknula je razne izumitelje u nastojanju da istu stvar postignu „umjetnim“ putem.

1584. Leonardo da Vinci proučavao je percepciju dubine i, za razliku od svojih suvremenika, stvarao slike i crteže koji su prikazivali jasno razumijevanje sjenčanja, teksture i perspektive. Ta su svojstva presudna u stvaranju uvjerljive plastičnosti prikaza, a elementi stvarnog prostora i dubine svakom su umjetniku u to doba postali cilj za kojim su sezali.

Tražeći način da se takav prikaz usavrši, oko 1600. godine, Giovanni Battista della Porta proizveo je prvi 3D crtež, koji je temeljio proučavanjem Euklidovih ideja o 3D percepciji.

To je, 1611. godine popratio Kepler, svojom publikacijom Dioptrije, u kojoj je objavio detaljni opis teorije ljudske stereo vizije.

Stereoskopski 3D kombinacija je prirodnog procesa stvaranja slike u našem mozgu i tehnologije i tehnika kojima to možemo simulirati kako bi stvorili umjetni privid istoga. S vremenom, ta se tehnologija nepredvidivo razvila, a njeni prikazi danas su sve realniji i realniji.

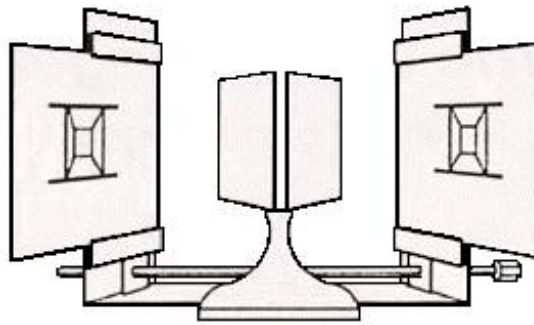
No, gdje i kada je to počelo?

Generalno mišljenje razvoj te tehnologije upućuje prema stereoskopiji. Njihova proizvodnja uglavnom je nastala kao ekstenzija fotografije – a proizvedeni aparati bili su poprilično jednostavni za korištenje.

Dvije slike (jedna za desno oko, jedna za lijevo), postavljene su jedna pokraj druge, a gledatelj ih kombinira sa jednostavnošću – *slide* brzo pomiće naprijed nazad.

Kraljica Viktorija je 1851. bila toliko očarana tim izumom da je izazvala entuzijazam za trodimenzionalnom fotografijom – što je stereoskopiju katapultiralo u popularnu zabavu čitavog svijeta.

1833. Sir Charles Wheatstone sjetio se prezentiranja takve slike uz aparat kojeg je nazvao zrcalnim stereoskopskim odrazom (Slika 3.). Time je prikazao kako, gledanjem iz pravog kuta, mozak proizvodi trodimenzionalnu sliku kombinacijom 2 dvodimenzionalne.



*Slika 3. The Earliest Form of the Wheatstone's Stereoscope, 1838.*

Nadalje, izumom Brewster stereoskopa, Škotski znanstvenik David Brewster 1840. godine stvorio je bazu za daljnje razvijanje svih novijih stereoskopa. Time je potaknuo masovnu produkciju stereo fotografije, koja je procvala korak uz korak s monofotografijom.

Stereofotografija doživjela je svoj vrhunac prijelazom stoljeća, ali njezina je popularnost pala uz porast popularnosti filma. S druge strane, time nije pala u zaborav, već je stagnirala do trenutka u kojem William Gruber 1939. nije shvatio kako se novoizumljeni Kodakov 35mm film može primjeniti u istu svrhu. Ubrzo je, u suradnji i partnerstvu s Haroldom Gravesom, oformio View-Master kompaniju.



*Slika 4. Originalni View Master*

View Master sistem izašao je u javnost 1939. godine – 4. godine nakon što je Kodachrome film u boji počeo koristiti visoko kvalitetne boje u fotografiji. Već u 1940-ima izašle su prve View-master igračke (Slika 4.) – koje su, za razlike od onih u današnjici, bile namijenjene svima i pružale užitak bez obzira na dob individualca.

Privid trodimenzionalnosti tada je bila najbliža stvar današnjoj virtualnoj stvarnosti – ljudi su bili u mogućnosti iz udobnosti vlastitog doma baciti pogled na udaljene znamenitosti koje su im bile nedostupne.

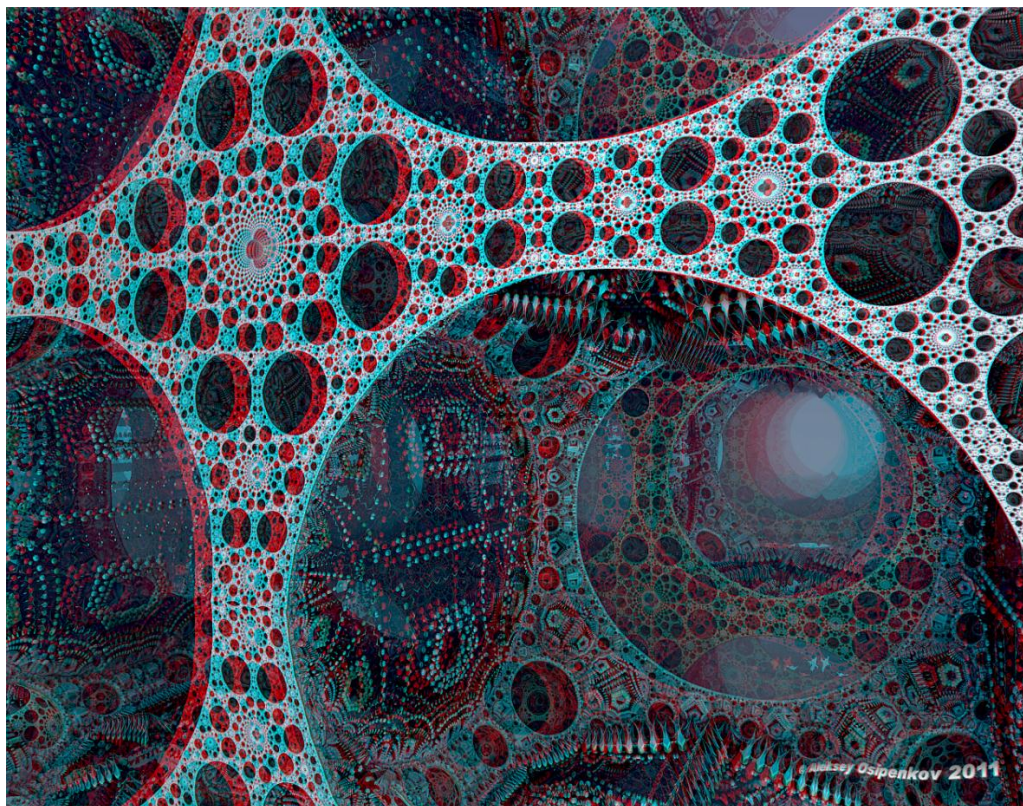
Otkriće 3D anaglifa 1850-ih rezultiralo je eksperimentima Joseph D'Almeida. Radi se o tipu stereo 3D slika koje se stvaraju pomoću 2 fotografije. One su uslikane s razmakom od otprilike 6,3 cm – prosječni razmak između očiju. Lijeva fotografija, koju se gleda kroz crveni filter, kombinira se sa zelenim ili cijan filterom desne slike, čime se stvara iluzija dubine. Uporabom anagrafskih naočala stvara se stereoskopska slika.

William Friese-Green kreirao je prve 3D anaglifske slike u pokretu in 1889., a prikazane su javnosti 1893. Svoju popularnost su dostigli 1920-ih godina, kada su proglašeni „filmovima budućnosti“. Gledatelju su nudili alternativne završetke; sretni završeci gledani su kroz zeleni filter, a tragični završeci kroz crveni filter.



1932. Edwin H Land patentirao je proces kojim je proizvodnjom polariziranih filtera bilo lako razviti 3D filmove u boji. U njemu je separacija 2 različita vida postignuta polarizirajućim filterima, a ne kanalima boja.

### 2.2.2. Anaglifi



*Slika 4. Tunnels Nibiru Anaglyph 3D, Aleksey Osipenkov*

Anaglifi su vrsta stereoskopske slike, efektu trodimenzionalnosti koji se dobiva kada očima šaljemo slike kodirane filterima s različitim bojama (ugl. crvena i cijan), po jednu za svako oko (Slika 4.).

Kada se takva slika promatra kroz „color coded“ stereoskopske naočale, naš mozak te kodirane slike automatski integrira.

Preporod weba, Blu-ray diskova, manja cijene tehnologije i općenito jeftinija proizvodnja materijala, potaknule su i ponovno pojavljivanje i razvoj anaglifa. Uz sve napretke tehnologije i nedavne inovacije, 3D prikaz postao je budućnost, ako ne već i viši standard filmske i gaming industrije. Primjena efekata trodimenzionalnosti postala je normalna i u tisku.

Popularni profesionalni programi za grafičku digitalnu opremu poput *Adobe Photoshopa* pružaju osnovne digitalne alate kojima je lako obraditi i stvoriti anagliffe. Jednostavnim procesima, iz „lijeve“ slike uklone se kanali plave i zelene boje, a slika desnog oka filtrirana je tako da se iz nje ukloni crvena boja (Slika 5.).



*Slika 5. Anaglif, [http://mrpjevans.com/?attachment\\_id=1414](http://mrpjevans.com/?attachment_id=1414)*

### 2.3. Primjena i budućnost 3D fotografije

Od samih početaka civilizacije ljudi su bili fascinirani mogućnošću grafičkog prikaza scena iz života, a potom i imaginarnih scena i uranjanja čovjeka u taj svijet. Ljudska kreativnost protezala se još iz vremena prvih scena lova urezanih u pećinama i nastavljala se dalje kroz evoluciju likovnih umjetnosti, fotografije, filma i animacije. Razvila se ideja stvaranja imaginarnih ili stvarnih scena koje bi se kasnije grafički reproducirale.

Samim razvojem tehnologije kroz desetljeća stvorila se i veća mogućnost stvaranja trodimenzionalne grafike gdje se računalo pokazalo kao izuzetno koristan alat.

Tako se s vremenom razvila virtualna stvarnost ili okruženje koje je povezalo tadašnje tehnike trodimenzionalnog prikaza, dovela ih na višu razinu i nastavila sa svojim razvojem.

Kao poveznica između trodimenzionalne fotografije i virtualne stvarnosti pronašao se Eric Howlett koji 1975. godine razvija LEEP (Large Expanse, Extra Perspective) (Slika 7.), optički sustav koji je bio namijenjen promatranju statičkih 3D slika (Slika 6.).



*Slika 6. The First LEEP Shot, Eric Howlett*

Howlett je radio sa visokokvalitetnom fotografskom opremom i razvio širokokutni stereoskopski sustav fotografije koji se sastoji od gledatelja i odgovarajućeg fotoaparata za stvaranje slike.



*Slika 7. LEEP System, 1984.*

Sa vremenom se tako pojavio i pojam stereo zaslona koji su jedni od izlaznih uređaja za virtualnu stvarnosti. Rade na principu izmjenjivanja lijeve i desne slike uz zatvaranje vida kroz lijevo, odnosno desno oko i sve se to odvija na istom zaslonu. Najbolji primjer ove primjene su zaklopne naočale (Slika 8.) koje se pomoću električnog signala polariziraju i postaju neprozirne. Prijamniku na naočalama se pomoću infracrvenog odašiljača šalje sinkronizacijski signal te one, sinkronizirane zaslonom, uz pomoć frekvencije, otvaraju i zatvaraju stakla naočala.

Ovakav sustav omogućuje da ga više gledatelja koristi istovremeno. Svaki od korisnika ima svoje naočale, ali promatra isti zaslon ili projekcijsko platno.



*Slika 8. 3D Active Shutter Glasses*

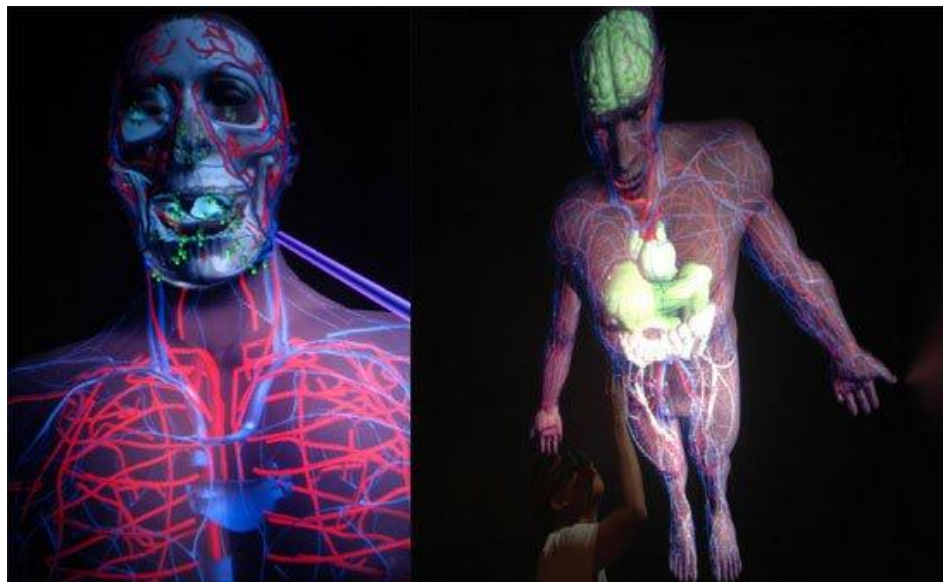
Sličan primjer se pojavljuje i kod stereoskopske projekcije gdje se na istom platnu u isto vrijeme prikazuju dvije slike pomoću projektora. U ovom slučaju se također primjenjuju specijalne naočale. Naočale rade na principu filtera (Slika 9.) od kojih se filter lijevog oka poklapa sa filterom slike lijevog oka koja je na projekciji i isto tako za filter desnog oka.



*Slika 9. 3D naočale sa filterima u boji, <http://www.technologyblogged.com/>*

Iluzija dubine i njezine tehnike proširile su područje primjene i samim time razvile se do novih razina.

Danas je virtualna stvarnost jedna od modernijih tehnika trodimenzionalnosti. Najjače područje primjene pronašla je u medicini (Slika 10.) gdje se koristi u obuci kirurgije i planiranju kirurških zahvata. Tako de 3D prikazi mogu dobiti iz CT-a, MRI-a.



*Slika 10. Virtualna stvarnost u medicine, <http://www.destructoid.com/virtual-reality-medical-advancements-32616.phtml>*

U psihijatriji je našla svoju svrhu u liječenju raznih psihičkih poremećaja kao što su posttraumatski stresni poremećaj, strah od letenja.

Vjeruje se da će sa napretkom i širenjem medicine tehnologije trodimenzionalnog prikaza i virtualne stvarnosti pronaći svoje mjesto u glavnoj ulozi.

Umjetnost, tehnologija i arheologija su se povezale u jednu zajednicu koja se naziva virtualna baština (Slika 11.). Simulacijama drevnih civilizacija, arhitekture i građevina daje osjećaj života ljudi u davnim vremenima.



*Slika 11. Archeos\_001, Maria Roussou, George Drettakis*

Svojim kreiranjem iluzije, ova tehnika je idealna za zabavnu industriju. Pojavljuju se igre koje koriste ove tehnike, a kasnije će se proširiti i na računalne igre kućnih igrača.

U dizajnu je pronašla primjenu kao uspješan alat za prikaz prototipova proizvod, a u arhitekturi za prezentaciju budućih projekata. U tom području takav je prikaz uštedio vrijeme i novac.

Tehnologija virtualne stvarnosti je svojom modernošću i zanimljivošću privukla veliki broj znatiželjnika i samim time nastavlja širiti svoju primjenu u svim područjima društva. No usprkos napretku posljednjih godina, oprema je i dalje složena i skupa pa se tu pojavljuje mogući problem šire aplikacije.



## 2.4. Holografija

Učestali i široko poznati način snimanja stvarnosti je fotografija. Fotografija je u svojoj osnovi snimanje različitih intenziteta svjetlosti koji se reflektiraju od objekta i ulaze u leću. Podaci o dimenzijama objekta nisu samo sadržani u intenzitetu već i frekvenciji svjetlosnih valova.

Velika razlika između fotografije i holografije je u snimljenim informacijama. Ta razlika zapravo ukazuje na to da je fotografije dvodimenzionalna slika, dok je holografija trodimenzionalna slika.

Fotografija sadrži samo jednu točku pogleda objekta. Naše oko treba dvije točke gledišta kako bi vidjelo dubinu. Takav pogled se naziva stereoskopski vid.

Holografija je jedino vizualno snimanje i reprodukcijski proces koji može snimiti naš trodimenzionalni svijet na dvodimenzionalni medij i reproducirati izvorni predmet ili scenu kao trodimenzionalnu sliku. Tako nastale slike koje se nazivaju hologrami pokazuju dubinsku oštrinu, lebde u prostoru ili iza, ispred ili omotane oko snimanog medija.



*Slika 12. Rainbow hologram, <https://en.wikipedia.org/wiki/Holography>*

Razvoj holografije je dao učinkoviti način stvaranja trodimenzionalnih slika. Sa vremenom je to dovelo do pojave holografije kao pravca u umjetnosti. Prvi umjetnik koji koristi svojstva holograma bio je Salvador Dali. Oduvijek je bio oduševljen optikom i mogućnosti njezine primjene u stvaranju iluzija. Prije pojave lasre kao sredstva za stvaranje holograma Dali se koristio stereoskopskim vidom. Njegova težnja za stvaranjem treće dimenzije postala je od velike važnosti.

Hologram se može promatrati iz više točaka, promatrajući tako dijelove objekta ili scena koje su skrivene od drugih točaka gledišta. Tako se holografška slika u potpunosti ponaša kao stvarni objekt (Slika 12.).

Umjetnička holografija je na početku svog puta i njezine mogućnosti se nisu potpuno otvorile. Mnogi umjetnici smišljaju fantastične projekte koji zahtjevaju nove tehnologije i opremu i to postaje sila koja gura znanost na naprijed. Holografija tako postaje sinteza umjetnosti i optičke znanosti (Slika 13.) u kojoj se zahtjeva zajednički rad umjetnika, dizajnera i znanstvenika.



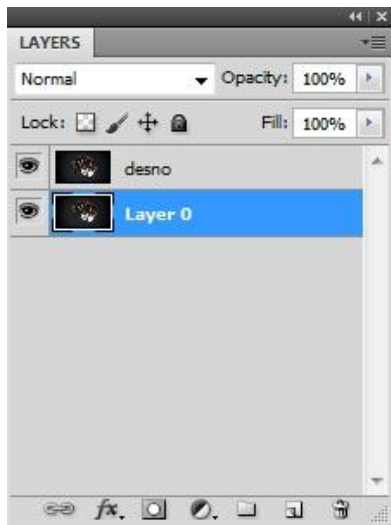
*Slika 13. Hologram jelena, <http://www.hlhologram.com/Display%20Holography.htm>*

### **3. PRAKTIČAN DIO**

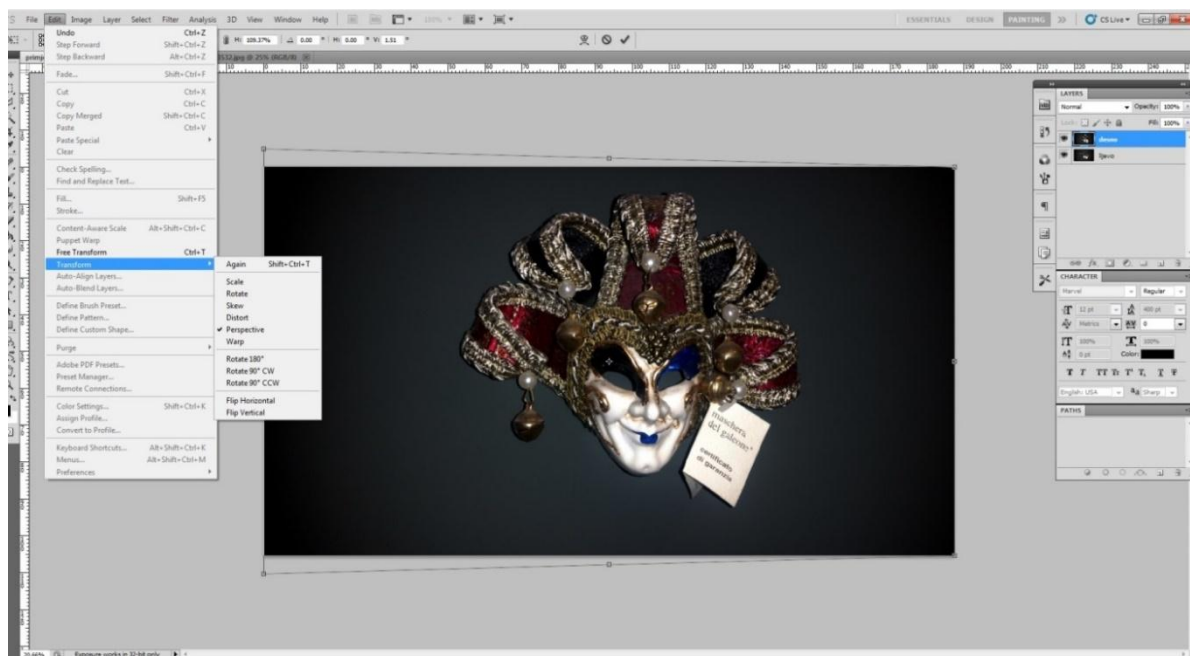
U praktičnom dijelu su napravljene autorske fotografije koje obrađene u grafičkom programu daju iluziju dubine i temeljene su na principima rada anaglifa.

Korišten je fotografski aparat Olympus E-510 sa objektivima Olympus Digital; 14-42 mm 1:3.5-5.6 ED i Olympus Digital; 40-150 mm 1:4-5.6 ED. Za obradu i montiranje fotografija korišten je grafički alat Adobe Photoshop CS6.

### 3.1. Digitalna anaglifija

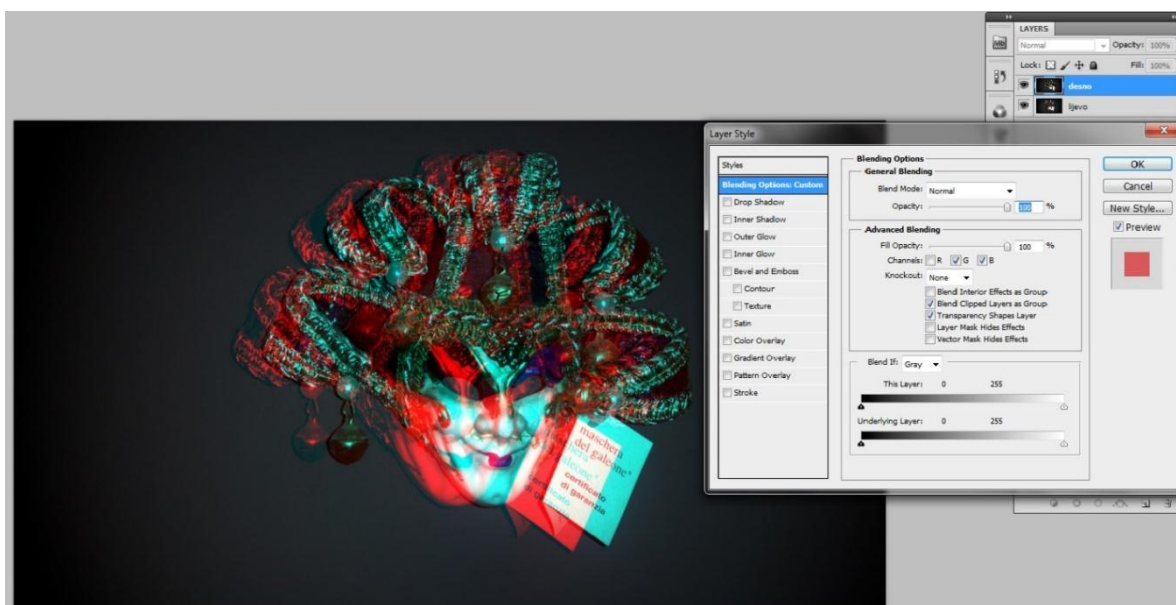


Odabrana fotografija otvorena u Photoshopu kopirana je u gornjem sloju (*layeru*). Taj layer zatim nazivamo “desno”, jer predstavlja pogled iz perspektive desnog oka.



*Slika 14. Prikaz selektiranog layera i promjene perspektive*

Sa selektiranim slojem (*layerom*) “desno” kroz podešenja *Edit>Transform>Perspective* mijenja se perspektiva fotografije (Slika 14.) kako bi se postigao efekt dubine.



*Slika 15. Isključivanje kanala*

Nakon promjene perspektive u izborniku *Layer>Layer style>Blending options>Advanced blending* isključujemo kanal (*Channels*) crvene boje na gornjem sloju (*layeru*) “desno” (Slika 15.).

Sloj (*layer*) “desno” se zatim pomiče do točke u kojoj se stapaju oba sloja (*layera*) kako bi se dobila iluzija dubine (Slika 16.).

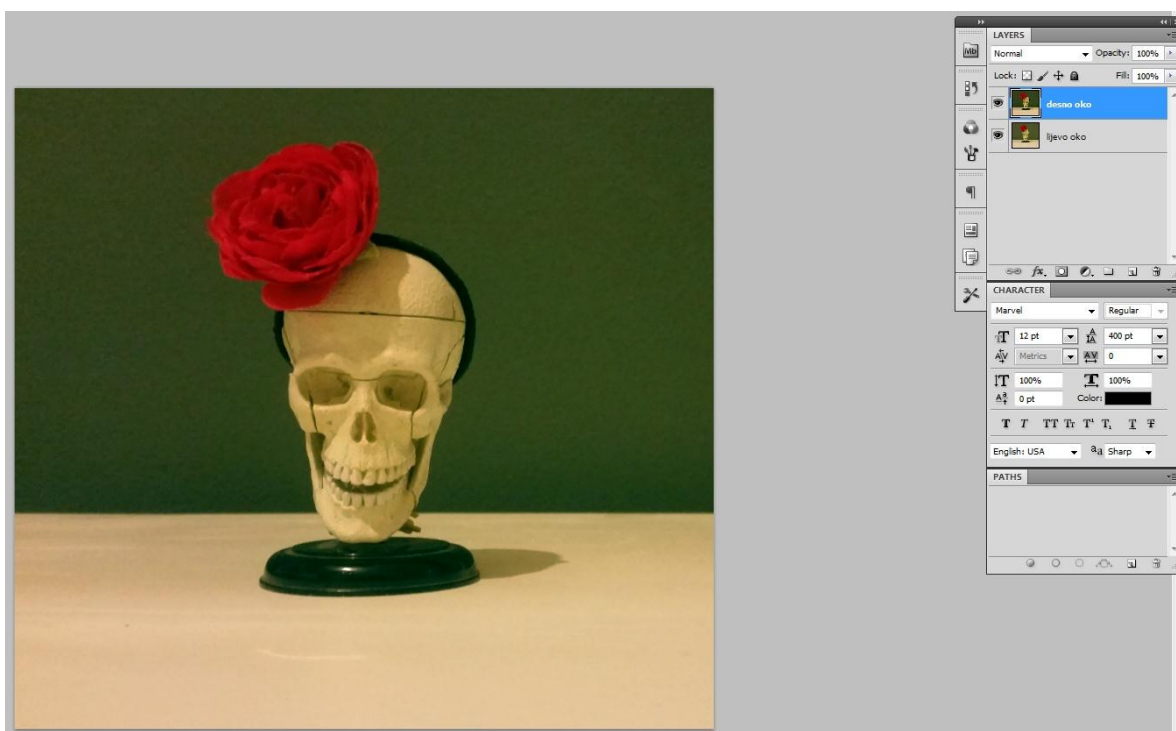


*Slika 16. Digitalna anaglifija 1*

Trodimensionalnost se može postići I drugom metodom obrade same fotografije u grafičkom program u *Adobe Photosop*.

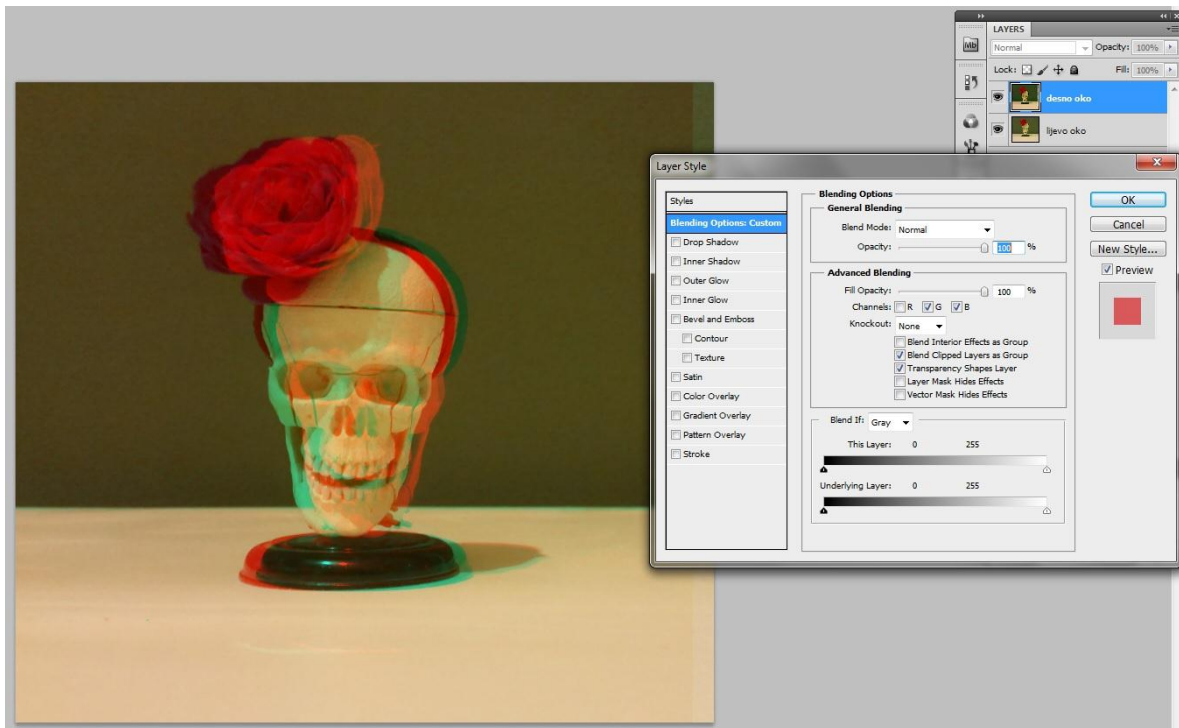
Za tu su metodu potrebne dvije fotografije od kojih jedna predstavlja sliku desnog oka, a druga fotografija sliku koja se vidi lijevim okom.

Fotografije otvorene u Photoshopu sjedinjujemo u jednu (Slika 17.). Slika desnog oka (*layer "desno oko"*) se postavlja iznad slike lijevog oka (*layer "lijevo oko"*).



*Slika 17. Slika desnog oka*

Klikom na sliku desnog oka (layer “desno oko”) se otvara opcija *Blending options* gdje se pod *Advanced Blending* isključuje kanal (*Channels*) crvene boje (“R”) (Slika 18.).



*Slika 18. Isključivanje kanala i stapanje slika*

Tako dobivena fotografija se zatim spaja sa slikom lijevog oka (*layer* “*lijevo oko*”) (Slika 19.) kako bi se na samom prikazu stvorio efekt trodimenzionalnosti.





*Slika 19. Digitalna anaglifija 2*



*Slika 20. Digitalna anaglifija 3*



*Slika 21. Digitalna anaglifija 4*

#### 4. ZAKLJUČAK

Digitalna fotografija je otvorila vrata u širu priču koja se počela razvijati polovicom 20.stoljeća. Ukoliko bi se nastavio trend širenja utjecaja digitalne fotografije i 3D fotografije, moglo bi se dogoditi da virtualna stvarnost postane samo stvarnost. Razvoj tehnologije, posebno one koja utječe na naše osjetilo vida, može dovesti čak i do uređaja ili sustava kakvi su opisani u znanstveno-fantastičnim filmovima i serijama. Hologram koji radi umjesto čovjeka ili „holodeck“ (serijal Zvezdane staze) koji bi zamijenio stvarnost s „virtualnom“ stvarnosti mogla bi biti svakodnevica. Premda sve nove tehnologije čovjek instiktivno želi iskoristiti za zabavu, s razvojem fotografije mogu se dotaknuti i druge sfere interesa. Primjerice u medicini se s razvojem kvalitetnijih uređaja napokon može dobiti kompletnija slika mozga (jedan od još uvijek nedovoljno istraženih bitnih organa u čovjekovu organizmu).

Ako bi se prisjetilo prve slike Plutona i usporedilo s novijim fotografijama, može se zaključiti da tehnologija je radila i više nego za zabavu Zemljana. Digitalna karta Sunčevog sustava ili sustava u susjedstvu bi pomogla u daljnjem traženju „Nove Zemlje“.

Od Niepcea, preko braće Lumiere pa do prvih digitalnih fotografija prošlo je dosta vremena u razvoju. Daljnji razvitak digitalne fotografije će ići eksponencijalnom brzinom kao i što se razvija tehnologija danas. Tko zna, na današnju digitalnu ili 3D fotografiju, za 30,50 ili 100 godina će se gledati kao ljudi danas na Niepceovu prvu fotografiju.

## 5. LITERATURA

1. John Hedgecoe: *Sve o fotografiji i fotografiranju*, Mladost, Zagreb, 1977.
2. Anthony Hamber and Phil Green: *Digital Photography*, Pira International, 1999.
3. Tom Ang: *Digitalna fotografija*, Znanje d.d. Zagreb, 2004.
4. Igor S. Pandžić: *Virtualna okruženja; Računalna grafika u stvarnom vremenu i njene primjene*, Element, Zagreb, 2004.
5. <http://www.holography.ru/maineng.htm>
6. Gerald W. R. Ward: *The Grove Encyclopedia of Materials and Techniques in Art*, Oxford University Press, 2008.