

# Makrofotografija

---

**Krstanović, Ana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*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:216:573644>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-27**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

# ZAVRŠNI RAD

Ana Krstanović



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

Smjer: Tehničko – tehnološki

# ZAVRŠNI RAD

## MAKROFOTOGRAFIJA

Mentor:

prof. dr. sc, Maja Strgar Kurečić

Student:

Ana Krstanović

Zagreb, 2018.

## SAŽETAK:

Ovim završnim radom analizirana je makrofotografija kao grana fotografije čija popularnost i primjena iz dana u dan sve više raste. Cilj završnog rada bio je predstaviti tehniku makrofotografije analizom njezinih osnovnih karakteristika, načina upotrebe i tehničke opreme potrebne za snimanje. S obzirom na to da je makrofotografija grana fotografije koja je tehnički jako zahtjevna te iziskuje iskustvo i tehničku potkovanost, u teorijskom dijelu rada detaljno je opisana oprema koja se koristi za snimanje. Osim toga, teorijski dio obuhvaća opise digitalnih fotoaparata i njihovog načina rada, prikaz objektivna i makroobjektiva koji se koriste za stvaranje visoko kvalitetnih fotografija. Budući da se tehnologija i oprema konstantno razvijaju, na tržištu se pojavljuju različite nove vrste objektivna, ne nužno *macro* objektivna, koje se koriste kao jeftinija varijanta. Upravo zbog pojave takvih inačica, u praktičnom dijelu rada uspoređene su fotografije snimljene fotoaparatom različitih kategorija (DSLR, kompaktni i tzv. *macro* leća). Naglasak je bio na usporedbi fotografija istog motiva, snimljenih koristeći različite vrste objektivna na istom fotoaparatu.

## KLJUČNE RIJEČI:

Makrofotografija, fotoaparat, objektiv,

## ABSTRACT:

This final work analyzes macro photography as a branch of photography whose popularity and use day by day increases. The aim of the final work was to present the macro photography technique by analyzing its basic characteristics, the manner of use and the technical equipment needed for capturing photos. Since macro photography is technically highly demanding branch of photography which requires experience and technical support, the theoretical part of the work describes the equipment used for capturing photos. In addition, the theoretical part includes descriptions of digital cameras and their mode of operation, lenses and macro lenses that are used to create high quality photos. Since technology and equipment are constantly evolving, different new types of lenses appear on the market, not necessarily macro lenses, which are used as a cheaper variant. Just because of the appearance of such variants, in the practical part of the work, photos of different categories (DSLR, compact and so called macro lenses) were compared. The emphasis of the practical part was on comparing photos of the same motive, captured using different types of lenses on the same camera.

## KEYWORDS:

Macro photography, camera, lens,

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	2
2.1. Pojam makrofotografije .....	2
2.1.1. Kreativnost i motivi u makrofotografiji .....	3
2.2. Vrste digitalnih fotoaparata .....	3
2.2.1. Kompaktni fotoaparati.....	4
2.2.2. Digitalni SLR fotoaparati.....	5
2.3. Tipovi objektivna .....	6
2.3.1. Makroobjektivi.....	8
2.3.2. Optičke karakteristike makroobjektiva .....	9
2.3.3. Filtri za približavanje .....	10
2.4. Dodatna oprema .....	11
2.4.1. Produžni prstenovi (makroprstenovi).....	11
2.4.2. Telekonverteri.....	13
2.4.3. Reverzni adapteri .....	14
2.4.4. Stativi i bljeskalice .....	14
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	17
3.1. Opći ciljevi rada.....	17
3.2. Oprema .....	17
3.3. Usporedba fotografija snimljenih istim fotoaparatom koristeći različite objektivne .....	19
3.4. Usporedba fotografija snimljenih fotoaparatom različitih kategorija....	23
<b>4. REZULTATI</b> .....	24
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	26
<b>6. LITERATURA</b> .....	27

## 1. UVOD

Makrofotografija posebna je stranica u životu svakog fotografa, i amatera i profesionalca. Zašto je baš ona posebna stanica? Ova grana fotografije otkriva ono najmanje, nevidljivo, a ipak toliko zanimljivo. Detalji oduvijek privlače ljude, intrigiraju ih i predstavljaju nešto nedokučivo. Kada je razvojem tehnologije omogućeno približavanje takvim prizorima i njihovo ovjekovječivanje fotoaparatom, razvila se ljubav i strast između oka promatrača, detalja i objektiva.

I dan danas traje ljubav između fotografa i detalja, ali traje i stalni razvoj opreme za snimanje makrofotografija. Iako makrofotografija zahtjeva puno truda, rada i iskustva, zahtjeva i veliko novčano ulaganje. Iz tih razloga, nikada nije bila dostupna svima. Međutim, u posljednje vrijeme razvile su se razne jeftinije varijante objektiva, ne nužno *macro* objektiva, koje su omogućile entuzijastima i amaterima da se i s manje novca pokušaju približiti ovoj grani fotografije. Upravo zbog toga, postala je dio svakodnevice i dostupna svima, što je posebno uočljivo na društvenim mrežama.

No, kako je ona danas dostupna, u kojim oblicima i što se to sve, danas, naziva makrofotografijom? Postoje li određene zabune i zablude među laicima i amaterima oko pojma makrofotografije? Odgovori na ova pitanja mogu se iščitati iz ovog završnog rada čiji je cilj bio predstaviti i analizirati makrofotografiju kroz njezina osnovna svojstva i tehnološke specifikacije.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Pojam makrofotografije

Pojam makrofotografije internacionalizam je koji se svakodnevno koristi, a naziv je grčkog podrijetla, odnosno nastao kombinacijom grčkih riječi: „*makros*“ što u prijevodu znači velik, dug, „*phos*“ što znači svijetlo te „*graphis*“ što znači crtanje ili pisanje.

Makrofotografija grana je fotografije i tehnika kojom se mali predmeti uvećavaju od reproduksijskog omjera <sup>1</sup> 1:1 (realna veličina) pa sve do 10:1 (10x uvećanje). Naravno, radi se samo o veličini projicirane slike na senzoru, a optika makroobjektiva omogućuje uvećanja 1x, pojedini i do 5x, no ne i više. Za veća uvećanja potrebni su posebni dodaci za objektivne kao što su to, primjerice, produženi prstenovi i telekonverteri.

Problematika oko naziva makrofotografije jest u pojmovima koji su srodni i bliski makrofotografiji, ali definitivno nisu isti. To su pojmovi: *close-up* fotografije, ekstremne makrofotografije i fotomikrografije. Zajedničko svim ovim pojmovima jest povećavanje malih predmeta ili bića, odnosno približavanje objektu.

S obzirom na to da često dolazi do krive interpretacije ovih pojmova, bitno je naglasiti razliku između *close-up* fotografije i makrofotografije: „*Makrofotografijom* smatra se sve što je snimljeno pomoću makroobjektiva ili drugih objektivna s raznim dodacima za uvećavanje slike tako da faktor uvećanja bude najmanje 1x. *Close-up* fotografijom smatraju se snimke nastale standardnim objektivima na njihovoj najmanjoj radnoj udaljenosti (tako da je motiv snimljen izbliza i ispunjava glavninu kadra.“ [1]

Ekstremna makrofotografija, kao što joj i sam naziv kaže, obuhvaća izrazito velika uvećavanja, u području od 5x do 10x. Uvećanja veća od 10x

---

<sup>1</sup> Reprodukcijski omjer ili faktor uvećanja je odnos stvarne veličine snimanog objekta i veličine njegove slike projicirane na fotoosjetljivi senzor fotoaparata. Taj odnos izražava se u omjerima (npr. 1:1, 2:1, 3:1) ili brojkom faktora uvećanja (npr. 1x, 2x, 3x). [1]



pripadaju fotomikrografiji, području znanstvene fotografije u kojoj se umjesto makroobjektiva postavlja mikroskop.

### 2.1.1. Kreativnost i motivi u makrofotografiji

Kada se laiku spomene riječ makrofotografija, on pomisli na uvećanu fotografiju cvijeta, leptira, pčele, oka, kapljice kiše i slično. Razlog tomu jest ogroman broj tipičnih motiva zastupljenih u ovoj grani fotografije i njihov sve veći populizam. Takvi motivi nisu nužno loši motivi, ali važno ih je prikazati na jedinstven i potpuno drukčiji način. Cilj je dati im notu posebnosti, isticanja i to na neki neobičan i do tada neviđen način. A način na koji se to postiže, osim što uključuje dugogodišnji trud i ulaganje u znanje, opremu i kompetencije, on uključuje i veliku dozu kreativnosti koja se s godinama sve više razvija. Takva kreativnost očituje se bijegom od rutinskih tehnika fotografiranja, probijanjem barijera te traženju i stvaranju nečega novoga.



Slika 1: Tipični motiv u makrofotografiji

[\(http://fotografija.ba/2011/05/prakticna-fotografija-makro-snimak-u-kucnoj-radinosti/\)](http://fotografija.ba/2011/05/prakticna-fotografija-makro-snimak-u-kucnoj-radinosti/)

## 2.2. Vrste digitalnih fotoaparata

Dvije su osnovne vrste fotoaparata danas u upotrebi: kompaktni fotoaparati i DSLR fotoaparati.

### 2.2.1. Kompaktni fotoaparati

Kompaktni fotoaparat manji je, praktičniji i jednostavniji fotoaparat koji se sastoji od manjeg tijela, uglavnom veličine šake, i jednog objektiva koji je ugrađen u fotoaparat. Kod kompaktnog fotoaparata ne postoji mogućnost izmjene objektiva jer ima samo jedan objektiv, onaj ugrađen u tijelo fotoaparata, promjenjive fokusne dužine, tzv. „*zoom objektiv*“ s ugrađenom bljeskalicom. Kompaktni fotoaparati svoju raširenost stekli su vrlo pristupačnom cijenom i jednostavnošću, a uz to kao jedna od najvećih prednosti izdvaja se njegova laka prenosivost. Prepoznatljivi su kao najpraktičniji fotoaparati koji su uglavnom namijenjeni za snimanje u automatskom načinu, za kojeg nije potrebno dodatno znanje.

Gotovo svi ovakvi fotoaparati imaju tzv. *macro-mode* način snimanja koji omogućuje snimanje iz velike blizine. Udaljenost od objekta nije uvijek ista, različita je od fotoaparata do fotoaparata, ali uglavnom iznosi od 1 do 5 cm. *Macro-mode*, kao takav, nije praktičan za snimanje kukaca ili bilo kojih drugih živih objekata jer zbog blizine fotografa i objektiva može doći do zastrašivanja subjekta ili stvaranja sjene. *Macro-mode* pravi je primjer *close-up* fotografije o kojoj je pisano ranije, stoga ni ne daje jako kvalitetne rezultate kao što daju makro objektiv.

Osim nedostataka prepoznatih u ovom načinu snimanja, mane ovakvih fotoaparata vrlo su očite: nemogućnost mijenjanja objektiva, ograničene mogućnosti kreativnog snimanja, okidanje sa zakašnjenjem i dr.



Slika 2: Kompaktni digitalni fotoaparat

([https://www.canon.hr/for\\_home/product\\_finder/cameras/digital\\_camera/powershot/powershot\\_g1x\\_mark\\_ii/](https://www.canon.hr/for_home/product_finder/cameras/digital_camera/powershot/powershot_g1x_mark_ii/))

### 2.2.2. Digitalni SLR fotoaparati

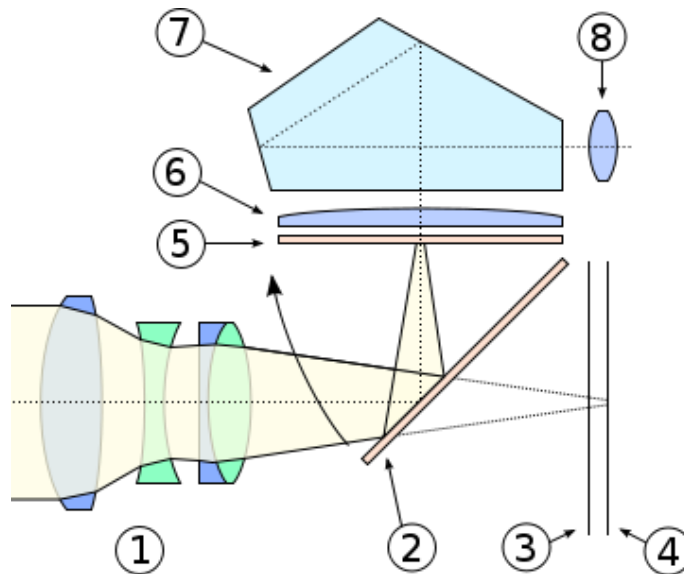
SLR je kratica koja od *Single Lens Reflex* što označava kameru koja ima jednu leću (objektiv) i zrcalo. Ovakvi fotoaparati nazivaju se zrcalo-refleksnim fotoaparatom, veći su i kompliciraniji. Sastoje se od tijela fotoaparata na koje se mogu stavljati različiti objektiv i vanjske bljeskalice. [2]

Koristeći SLR aparate moguće je potpuno kontrolirati fotografiranje, a kako bi se postigli uspješni rezultati potrebne su godine rada, učenja i upornosti. Ono što se najčešće ističe kao nedostatak ovih fotoaparata jest njihova velika cijena i težina opreme. Između ostaloga, vrlo su osjetljivi i na vremenske (ne)prilike, a veličinom nisu praktični kao kompaktni koji se lako prenose. Međutim, svi navedeni nedostaci zanemarivi su kada sagledamo na ovu kategoriju fotoaparata kao na kategoriju koja zadovoljava kriterije visoko kvalitetnih fotografija.

DSLR je kratica za *Digital Single Lens Reflex* odnosno digitalni jednooki zrcalno-refleksni fotoaparatom. DSLR fotoaparati vrlo su brzi, gotovo istovremeno se bilježi kadar nakon okidanja. Pri okidanju kadra zrcalo se podiže i propušta svjetlost iz objektiv do senzora. Pomicanje zrcala jedan je od nedostataka DSLR fotoaparata jer uzrokuje lagano potresanje fotoaparata. U makrofotografiji se slika ispred objektiv reprodukcira na senzoru u realnoj veličini ili uvećano pa to potresanje fotoaparata može uzrokovati neželjenu neoštrinu slike. [1]



Slika 3: DSLR fotoaparatom  
(<https://www.canon.hr/cameras/eos-77d/>)



Slika 4: Shema unutrašnjosti DSLR fotoaparata

([https://hr.wikipedia.org/wiki/Jednooki\\_zrcalni\\_fotoparat#/media/File:SLR\\_cross\\_section.svg](https://hr.wikipedia.org/wiki/Jednooki_zrcalni_fotoparat#/media/File:SLR_cross_section.svg))

### 2.3. Tipovi objektivna

Objektiv je optički instrument koji prikuplja svjetlo u tijelo fotoaparata na njegov svjetlosni senzor. Osnovni vanjski dijelovi objektivna su bajonet, prsten za zumiranje, prsten za izoštravanje i prekidač za fokusiranje. [2]



Slika 5: Vanjski dijelovi objektivna (Žerjav Davor: Osnove fotografije)

Unutrašnjost svakog objektivna sastoji se od tri osnovna dijela: skupine leća, motora za fokusiranje i zaslona. Leće su posebno brušena stakla koja

usmjeravaju svjetlo na senzor. One ujedno i predstavljaju najvažniji dio objektiva. Motor za fokusiranje ima zadatak pomicati skupinu leća kako bi se pravilno fokusiralo odnosno izoštrio određeni dio slike. Zaslona je otvor objektiva kojim se kontrolira količina svjetlosti koja se propušta kroz objektiv, ali i kut pod kojim svjetlost upada na senzor. O otvorenosti zaslona ovisi količina svjetla stoga se zaključuje kako otvoreni zaslon propušta više svjetla pod širim kutom, odnosno manje otvoreni zaslon propušta manje svjetla pod oštrijim kutom.

Različite vrste objektiva različito prikazuju prostor i perspektivu, ali uvelike utječu i na mogućnosti fotografiranja. Tipovi objektiva koji se danas koriste mogu se podijeliti na standardne, širokokutne, fisheye i teleobjektive. Navedeni tipovi objektiva nisu specijalizirani makroobjektivi iako imaju oznaku „*macro*“.

Standardni ili normalni objektivni su žarišnih duljina<sup>2</sup> oko 50 mm (od 35 mm do 70 mm) i zatvaraju vidni kut od 54° do 30°. Ovakvi objektivni izvrsni su za početnike jer su jeftiniji od drugih varijanti, a uz to kvalitetni su. Mogu se koristiti s različitim dodacima kao što su to prstenovi, filtri za približavanje i slično. Pogodni su za fotografiranje portreta, pejzaža, predmeta.

Širokokutni objektivni su objektivni žarišne duljine manje od 35 mm. Vidni kut širi je od vidnog kuta ljudskog oka (54°). Preporučaju se za fotografiranje većih motiva u krupnome planu jer je i objekt koji je u prvom planu uvijek istaknut veličinom u odnosu na stražnji plan.

*Fisheye* objektivni posebna su vrsta širokokutnih objektiva koji zatvaraju vidni kut od 180°. Vrlo se često upotrebljavaju u kreativnoj fotografiji.

Teleobjektivni naziv su dobili prema grčkoj riječi „*telos*“ što znači udaljen. Njihove žarišne daljine veće su od 70 mm, a vidni kut manji je od 30°, odnosno manji od kuta ljudskog oka. Ono što je značajno za ove objektivne jest to što oni prividno povećavaju i približavaju motiv. Primjenjuju se najčešće za snimanje

---

<sup>2</sup> Fokusna (žarišna) dužina objektiva označava udaljenost optičkog središta objektiva do mjesta u kojem se skupljaju sve zrake svjetlosti. [1]

sporta jer najbolje hvataju udaljene predmete. Za snimanje portreta upotrebljavaju se objektivni žarišnih duljina od 70 do 135 mm, a za sport minimalno 200-300 mm. Što su objektivni veće žarišne duljine (preko 300 mm), duži su i teži, a time i nespretniji za rad. Takvim objektivima potrebni su stativi ili monopodi, jer je gotovo nemoguće dobiti stabilnu fotografiju iz ruke jer npr. objektiv sigma 800 mm teži skoro 5 kg. [3]

### 2.3.1. Makroobjektivi

Makroobjektivi specijalni su objektivni čija je konstrukcija značajna jer mogu fokusirati puno bliže nego ostali objektivni. Makroobjektivi nepromjenjive su žarišne duljine u rasponu od 35 mm do 200 mm, a reprodukcijanski omjer u pravilu je 1:1.

Ono što je specifično jedino za ove objektivne jest to što svoj maksimum postižu u području najbliže fokusne udaljenosti te slika koja nastaje znatno je oštija nego bilo koja druga slika nastala koristeći drugi objektiv ili dodatne alate.

Makroobjektivi znatno su skuplji od standardnih objektivna, a gotovo svi mogu se koristiti kao normalni objektivni, osim nekih usko specijaliziranih makroobjektivna. Međusobno se razlikuju u cijeni, ovisno o namjeni i kvaliteti, oni s kraćom žarišnom duljinom obično su jeftiniji dok su s dužom, skuplji.

Na osnovu toga formirala se i podjela makroobjektivna: kratki makroobjektivni i dugi makroobjektivni.

Kratki makroobjektivni su objektivni žarišnih duljina između 35 i 90 mm. Kompaktni su i lagani što je njihova prednost, ali pružaju malu radnu udaljenost što je ogroman nedostatak. Mala radna udaljenost uzrokuje stvaranje sjene tijekom fotografiranja, a donosi i mnoge druge probleme. Stoga, kratki makroobjektivni upotrebljavaju se za fotografiranje nepomičnih motiva i za rad u studiju.

Dugi makroobjektivni su objektivni žarišnih duljina između 90 i 200 mm. Najčešće se koriste u snimanju živih motiva iz prirode koji se inače približavanjem fotoaparata i objektivna lako plaše, ali s obzirom na veću radnu

udaljenost dugih makroobjektiva do takvih problema ne može doći. Tehnička specifikacija koja karakterizira duge makroobjektive jest ta da optika ovih objektiva zatvara uži kut, a polje dubinske oštine<sup>3</sup> izrazito je plitko.



Slika 6: Kratki (lijevo) i dugi (desno) makroobjektiv

### 2.3.2. Optičke karakteristike makroobjektiva

Glavna optička karakteristika makroobjektiva je izoštravanje predmeta koji se nalaze u velikoj blizini. Konstruiran je za male radne udaljenosti kod kojih su izraženije pogreške objektiva kao što su kromatska i sferna aberacija. Kromatska se uočava kao obojani rub na slici, a nastaje zbog različitog indexa loma svjetlosti različitih valnih duljina. Sfera se očituje kao mutnija slika zbog različitih kutova loma paralelnih zraka svjetlosti koje upadaju na različita mjesta površine leće. [1]

Konstrukcija makroobjektiva uglavnom je usmjerena na korekcije takvih, ali i drugih pogrešaka leća. Upravo zbog toga, konstrukcija ovih objektiva kompliciranija je od drugih, a cijenom također odskakače.

Najbolje fokusiranje postiže se upravo ovim objektivom i zbog toga ono slovi kao najvažnije svojstvo. Posebno se ističe jer takav princip rada nije

---

<sup>3</sup> Dubinska oština predstavlja udaljenost na kojoj objektiv stvara oštru umanjenu sliku na strani filma, a ovisi o udaljenosti objekta od objektiva u stvarnosti.

zastupljen kod normalnih objektiv. Ključ je u tomu što ovi objektiv imaju dizajniran dupli prsten za izoštravanje, odnosno istim kutom zakretanja prstena za izoštravanje, puno manje i finije se pokreću leće nego što se to događa kod normalnih.

Iako većina fotografa uživa raditi u manualnom načinu kako bi sve postavili pravilno i u ovisnosti o uvjetima rada, kod skupljih makroobjektiva pojavila se i tehnologija brzog autofokusiranja koja je jako važna pri dinamičnom snimanju.

Zaslon je unutrašnji dio objektiv spomenut ranije u tekstu koji je vrlo važan element u konstrukciji makroobjektiva. Osim standardnih postavki koje zaslon kontrolira, u makrofotografiji ona postiže kvalitetu oštine i neoštine ocrtane slike.

U konačnici, prednosti makroobjektiva nad ostalima su kvaliteta, vrhunska oštrina i preciznost, ali i mogućnost prenamjene u normalni, standardni objektiv. Ono što se odmah ističe kao nedostatak je visoka cijena i težina.

### 2.3.3. Filtri za približavanje

S obzirom na navedene nedostatke (visoka cijena i težina) makroobjektiva, razvila se jeftinija i pristupačnija opcija u makrofotografiji. Filtri za približavanje jednostavnija su oprema koja se praktično nosi, postavlja i koristi. Osnova njihova svrha bliže je fokusiranje, ali bez upotrebe makroobjektiva. Ovakvi filtri vrlo lako se pričvršćuju na navoj objektiv i dalje koriste u radu, a ujedno to je i njihova prednost. Upotrebljavaju se na objektivima žarišnih duljina od 50 mm do 135 mm, a preporuča se njihovo korištenje s objektivima nepromjenjive žarišne duljine.

Filtar za približavanje funkcionira najslabije leći za povećavanje ili naočalama za čitanje. Konstruiran je najčešće od samo jedne pozitivne plani-konveksne leće ili je konstruiran od pozitivne meniskus leće. [1]



Jačina filtra mjeri se u dioptrijama<sup>4</sup>, a filtri se mogu kombinirati i dodavati jedan na drugi pri čemu im se jačina zbraja. [1] Filtre dijelimo na one jednostruke i dvostruke. Karakteristika jednostrukih filtra je mogućnost kombiniranja jednih s drugima, a to je jedan od slučajeva kada se jačine zbrajaju. Ako je postignuta veća optička snaga, odnosno filter ima veći broj, zaključuje se da je i povećanje veće, ali i fotoaparat mora biti bliži objektu. S druge strane, dvostruki filtri sadrže dva elementa i puno su kvalitetniji, ali zato i skuplji.

Osnovni problem s filtrima je što u konstrukciju korigirane optike objektivna unose nove optičke elemente, tj. staklene leće. Kad se god nešto stakleno dodaje ispred ili iza objektivna, ono utječe na kvalitetu slike. Najveća mana filtara za približavanje je degradacija projicirane slike što se posebno uočava kod jeftinijih filtara jer je izražena kromatska aberacija i omekšavanje crteža objektivna prema rubovima kadra. [1]

## 2.4. Dodatna oprema

### 2.4.1. Produžni prstenovi (makroprstenovi)

Produžni prstenovi mogu se nazvati jednim od najvažnijih dodataka opremi koja se koristi u makrofotografiji. Upravo je to zbog njihove jednostavnosti i dostupnosti. Montiraju se između tijela fotoaparata i objektivna, a na taj način smanjuje se minimalna udaljenost izoštravanja pa se objektu snimanja može prići bliže. Objektivna s kojima se mogu koristiti žarišnih su duljina od 30 mm do 200 mm, a preporuča se koristiti ih s objektivima nepromjenjivih žarišnih duljina.

Konstrukcija prstenova jednostavna je. Produžni prstenovi nemaju optički element, šuplji su, no to ne utječe na kvalitetu slike već samo na njihovu težinu (znatno su lakši).

Produžni prstenovi uglavnom se pojavljuju u dvije verzije, u jeftinijoj varijanti prstenovi nemaju ugrađene konektore za komunikaciju objektivna i tijela

---

<sup>4</sup> Dioptrija je mjera loma zrake svjetlosti, odnosno optičke jakosti leće. [1]

fotoaparata (koštaju nekoliko eura) te u skupljoj varijanti i kompletu u kojoj imaju ugrađene konektore za komunikaciju (košta oko 20 eura). [1] Konektori su vrlo važan dio jer omogućuju komunikaciju tijela i objektiva te tako osiguravaju kontrolu zaslona i autofokus.

Prstenovi se mogu kupiti zasebno (10 mm, 25 mm, ...) ili u kompletu od tri širine (13, 21, 31 mm ili 12, 20, 36 mm), a koristiti se mogu zasebno, kombinacijom s drugim prstenovima ili s telekonverterom.

Uvećanje koje se postiže korištenjem prstenova izračunava se prema formuli:  $M_{xmin} = M_x + M_{prsten}$  (1) pri čemu je  $M_{xmin}$  uvećanje na najmanjoj fokusnoj udaljenosti objektiva s prstenom,  $M_x$  je faktor uvećanja bez prstena i  $M_{prsten}$  je uvećanje postignuto upotrebom prstena, a jednako je:  $M_{prsten} = X_{prsten} : f_{obj}$  (2). [1]

Cilj korištenja produžnih prstenova je odmicanje prednjeg elementa objektiva od senzora jer se tako postiže manja radna udaljenost objektiva. Objektiv se pomiče prema naprijed, a njegova žarišna duljina ostaje nepromijenjena, ali takvim udaljavanjem od senzora mijenja se i slika na senzoru, povećava se i tamni. Na osnovu ovoga, zaključuje se da upotrebom produžnih prstenova gubi se i dio svjetlosti odnosno što je prsten širi, veći je gubitak svjetlosti. [1]

Pozitivne strane upotrebe produžnih prstenova jasne su, a najviše se odnose na nisku cijenu i jednostavnost. No, osim toga ističu se i malom težinom, kvalitetom, mogućnostima kombiniranja s drugim prstenovima i dr. Ono što im je velika mana jest gubitak svjetlosti i skraćivanje radne udaljenosti objektiva.



Slika 7: Makroprsten

(<http://www.canosa.com.hr/nikon-pk-12-auto-extension-ring-fpw00802/18208026524/product/>)

#### 2.4.2. Telekonverteri

Telekonverter je sekundarni objektiv koji se montira između objektivna i tijela fotoaparata, a služi za povećavanje žarišne duljini teleobjektiva. [1] Kao što je i ranije navedeno u ovom radu, teleobjektivi su objektivni koji prividno povećavaju i približavaju motiv. Upravo je to zadaća telekonvertera koji zumira udaljene objekte u nekoliko jačina: 1.4x, 1.7x, 2x i 3x.

Osnovni zadatak telekonvertera je povećavanje središnjeg dijela slike na senzoru. Povećavanjem središnjeg dijela slike za određenu jačinu, gubi se svjetlina slike za određeni faktor. Tako se s telekonverterom jačine 1.4x gubi jedan zaslon svjetlosti, 2x gube se dva zaslona svjetlosti, 3x tri zaslona svjetlosti, a svi oni povećavaju žarišnu duljinu objektivna za svoj zadani faktor. [1]

Građa telekonvertera složena je zbog većeg broja leća koje su kromatski korigirane pa je i cijena ovih konvertera visoka. Jeftinije varijante vrlo su nekvalitetne tako da kvalitetan telekonverter košta minimalno 500 eura.

Telekonverteri važan su dio opreme jer u kombinaciji s kvalitetnim makroobjektivom i prstenom mogu se postići vrlo velika povećanja i dobiti kvalitetna fotografija. Jedna je to od najvećih prednosti ovog dodatnog alata, a osim toga vrlo je jednostavan za upotrebu, lagan i praktičan.

Jedini nedostatak koji se uočava upotrebom telekonvertera je gubitak svjetlosti, a i visoku cijenu možemo svrstati u mane ovog dodatnog alata.



Slika 8: Telekonverter

([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Teleconverter\\_with\\_Camera\\_and\\_Lens.swn.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Teleconverter_with_Camera_and_Lens.swn.jpg))

### 2.4.3. Reverzni adapteri

Reverzni adapteri dodaci su objektivima koji mijenjaju njihovu funkcionalnost na način da okretaju objektiv naopačke (lat. reverti = okrenuti). Prednji element objektiva tada je okrenut prema senzoru, a stražnji prema motivu. Svrha ovog okretanja premještanje je optičkog centra s ravni senzora na drugu stranu objektiva čime se postiže uvećanje. [1]

Reverzni adapteri su zapravo metalni prsteni kojim okrećemo objektiv i tako ga montiramo na tijelo aparata. Osim njih postoje i reverzni obruči kojima se uparuju dva objektiv od kojih je prvi standardno postavljen na fotoaparatus, a drugi se zaokrenuto montira na prvi objektiv. [1]

Jeftin i jednostavan su način kako postići veliko uvećanje, a da pri tomu ne utječu na kvalitetu crteža objektiva. Vrlo su praktični i lagani, a koriste se sa standardnim objektivima.



Slika 9: Reverzni adapter

(<http://www.canosa.com.hr/macro-reverse-ring-67mm-za-canon-bajonet/03017619/product/>)

### 2.4.4. Stativi i bljeskalice

Stativi su sveprisutan i nezaobilazan dio fotografske opreme jer pružaju stabilnost fotoaparatu i otpornost na vibracije kako bi se postigla najoštrija moguća slika. Stativ je zapravo tronožac, odnosno sklopivi stalak koji se može prilagođavati visinom i uvijek ima poznatu svoju najmanju i najveću moguću visinu. [1]

Postoje različite varijante stativa, ali najčešće se koristi oblik centralnog stupa s glavom kojeg pridržavaju tri nožice podesive po kutovima. Glava stativa podržava fotoaparata i može se kutno, ali i lijevo - desno, gore – dolje pomicati.



Slika 10: Stativ

(<http://www.canosa.com.hr/weifeng-gorillapod-dt-0304s-zglobni-fleksibilni-stalak/3015071/product/>)

Bljeskalica (eng. flash) predstavlja umjetni izvor svjetla u kratkom vremenu, a koristi se kada dnevno (prirodno) svjetlo nije dovoljno. U studijskim uvjetima mogu se koristiti kao jedino, tj. glavno svjetlo (npr. fotografiranje za osobne dokumente), a inače se najčešće koriste kao dopunsko svjetlo.

Bljeskalice postoje u dva oblika, prvi u kojem je ona ugrađena u tijelo fotoaparata i drugi eksterni oblik bljeskalice, Ugrađene bljeskalice imaju fiksnu poziciju i ograničena im je upotreba stoga su gotovo neupotrebljive u makrofotografiji jer objektiv najčešće zasjene njihovo svjetlo što je uočljivo u kadru.

Ostale bljeskalice, eksterne, spajaju se na fotoaparata putem hot-shoe priključka koji omogućuje potpunu komunikaciju između vanjske bljeskalice i fotoaparata. Najčešće korištene su male i široko primjenjive speedlite

bljeskalice, vanjske bljeskalice koje su snažnije od ugrađenih i moguće ih je usmjeravati na različite strane.

Twin Lite je specijalna bljeskalica za makrofotografiju koja se montira na objektiv i spaja kabelom putem hot-shoe priključka. Sastoji se od dvije bljeskalice koje se mogu podešavati po smjeru i jačini svjetla. Ovom bljeskalicom moguće je stvarati samo prednje svjetlo. [1]



Slika 11: Bljeskalica

*(<http://www.canosa.com.hr/canon-speedlite-430ex-iii-rt-bljeskalica-430-ex-iii-rt-blic-flash-fles-0585c011aa-cash-back-promocija-povrat-novca-u-iznosu-200-kn/8714574632926/product/>)*

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Opći ciljevi rada

Praktični dio rada izrađen je s ciljem lakšeg poimanja makrofotografije i njezinih svojstava. Glavni cilj eksperimentalnog dijela završnog rada prikazivanje je i uspoređivanje fotografija istog motiva snimljenih koristeći dvije varijante objektiva na istom fotoaparatu.

Uz to, ovaj praktični rad sadrži i drugi dio u kojemu su uspoređene fotografije, istog motiva, snimljene kompaktnim fotoaparatom, DSLR-om i tzv. *macro* lećom koja se postavlja na kameru pametnog telefona.

#### 3.2. Oprema

Fotografije su snimljene DSLR fotoaparatom marke Canon (EOS 5D II mark) s dva različita objektiva: Tamron SP Di 90 mm 1:1 macro i Voigtlander Macro Dynar AF 100 mm s predlećom. Snimljene su iz ruke, a od dodatne opreme upotrijebljena je *softbox* rasvjeta.

U nastavku prikazane su fotografije navedene opreme, upotrijebljene za izradu praktičnog dijela.



Slika 12: DSLR fotoaparati - Canon EOS 5D Mark II



Slika 13: Objektivi:

*Voigtlander Macro Dynar AF 100 mm (lijevo) i Tamron SP Di 90 mm 1:1 macro (desno)*



Slika 14: Kompaktni fotoaparati - *Canon PowerShot SD1100 IS*





Slika 15: Macro leća - dodatak na pametni telefon (Samsung A5 2017)

### 3.3. Usporedba fotografija snimljenih istim fotoaparatom koristeći različite objektive

Motiv svih fotografija u nastavku isti je kako bi se bolje uočile razlike, a motiv predstavljaju kvačice za rublje u različitim bojama kako je i prikazano na slici 16.



Slika 16: Prezentacija motiva (Tamron objektiv, 90 mm, 1/100s, f/7.1, ISO 400)

Sljedeće fotografije snimljene su Tamron objektivom, autofokusom i manualnim fokusom te prikazuju maksimalno uvećanje koje je moguće postići ovim objektivom.



Slika 17: Autofokus – 90 mm, 1/100s, f/7.1, ISO 400



Slika 18: Manualni fokus – 90mm, 1/100s, f/7.1, ISO 800

U prethodnim primjerima prikazano je maksimalno uvećanje postignuto Tamron objektivom, a u sljedećim primjerima prikazan je motiv snimljen koristeći drugi objektiv - Voigtlander Macro Dynar AF 100 mm u kombinaciji s predlećom 1:1 (slika 19) te maksimalno postignuto povećanje (slika 20).

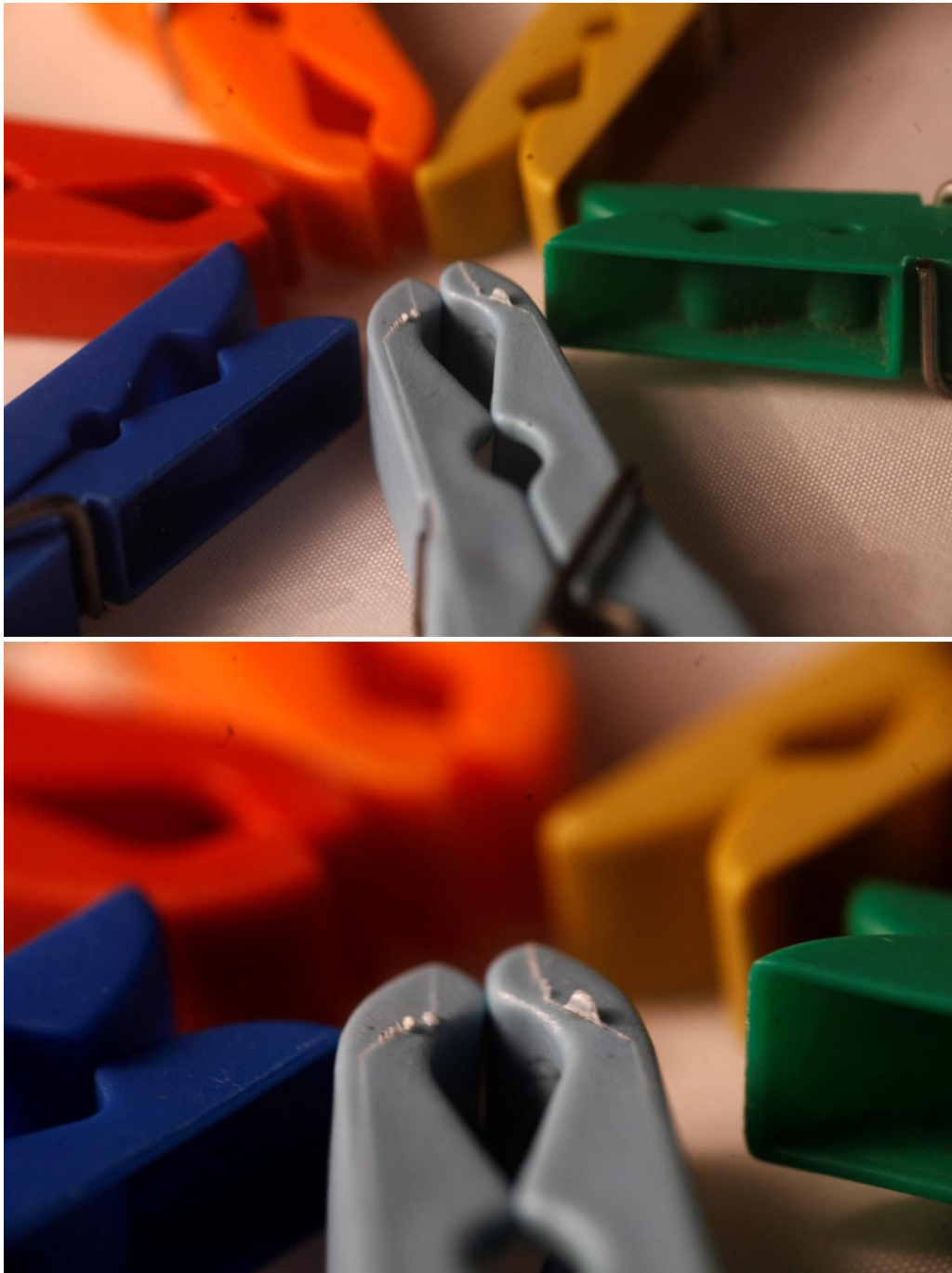


Slika 19: Autofokus – 100mm, 1/100s, f/6.3, ISO 400



Slika 20: Maksimalno postignuto uvećanje – 100mm, 1/100s, f/6.3, ISO 800

Na prikazanim fotografijama jasno je vidljivo i uočljivo kako je bolje povećanje motiva postignuto objektivom Voigtlander Macro Dynar AF 100 mm s predlećom 1:1. Predleća, u ovom slučaju, utjecala je na bolje povećanje i izoštravanje motiva.



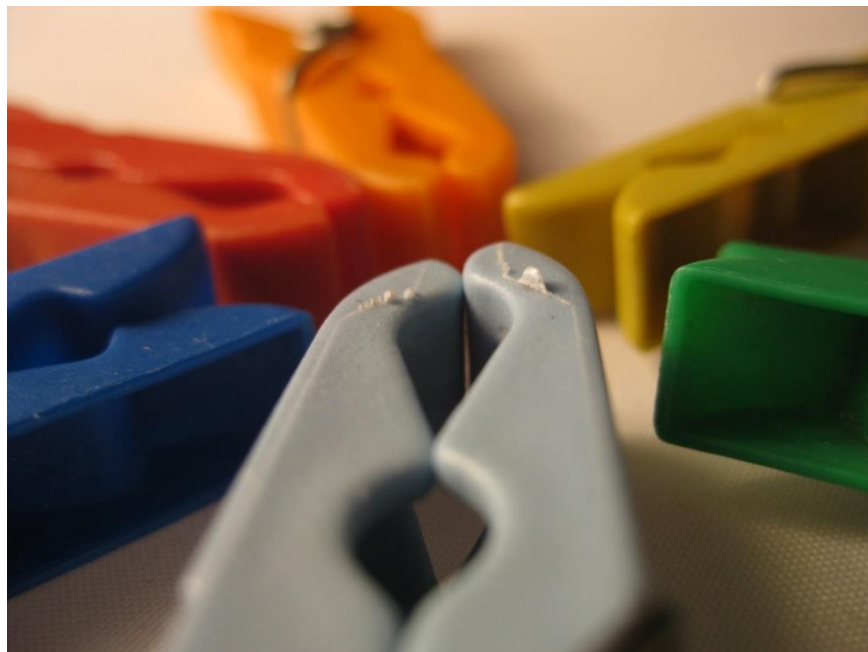
Slika 21: Usporedni prikaz maksimalno postignutog uvećanja  
*Tamron (gore) i Voigtlander (dolje)*

### 3.4. Usporedba fotografija snimljenih fotoaparatom različitim kategorijama

Kako je već i navedeno u opisu ciljeva ovog eksperimentalnog dijela (3.1.), provedena je i usporedba fotografija istog motiva, snimljenih različitim kategorijama fotoaparata. Pod kategorijama fotoaparata misli se na DSLR aparate s različitim objektivima, koji su prikazani u prethodnim primjerima, kompaktni fotoaparati Canon PowerShot SD1100 IS te *macro* leću koja se dodaje na kameru pametnog telefona.

S obzirom na to da se danas sve više razvijaju inačice, poput navedene *macro* leće, koje žele „imitirati“ makrofotografiju na pametnim telefonima, cilj ovog istraživanja prikazati je kvalitetu takvih fotografija uspoređujući ih s makrofotografijama snimljenim DSLR aparatom, ali i kompaktnim fotoaparatom.

Sljedeća fotografija (slika 21) snimljena je kompaktnim fotoaparatom i prikazuje maksimalno postignuto uvećanje. Uočljivo je kako je kvaliteta, tj. izoštrenost motiva na ovakvoj fotografiji niža od one u prethodnom primjeru (Voigtlander). Može se reći kako više nalikuje *close-up* fotografiji, o kojoj je bilo riječi u teorijskom dijelu, nego li o makrofotografiji.



Slika 21: Maksimalno postignuto uvećanje kompaktnim fotoaparatom –  
*6 mm 1/50s, f/2.8, ISO 80*

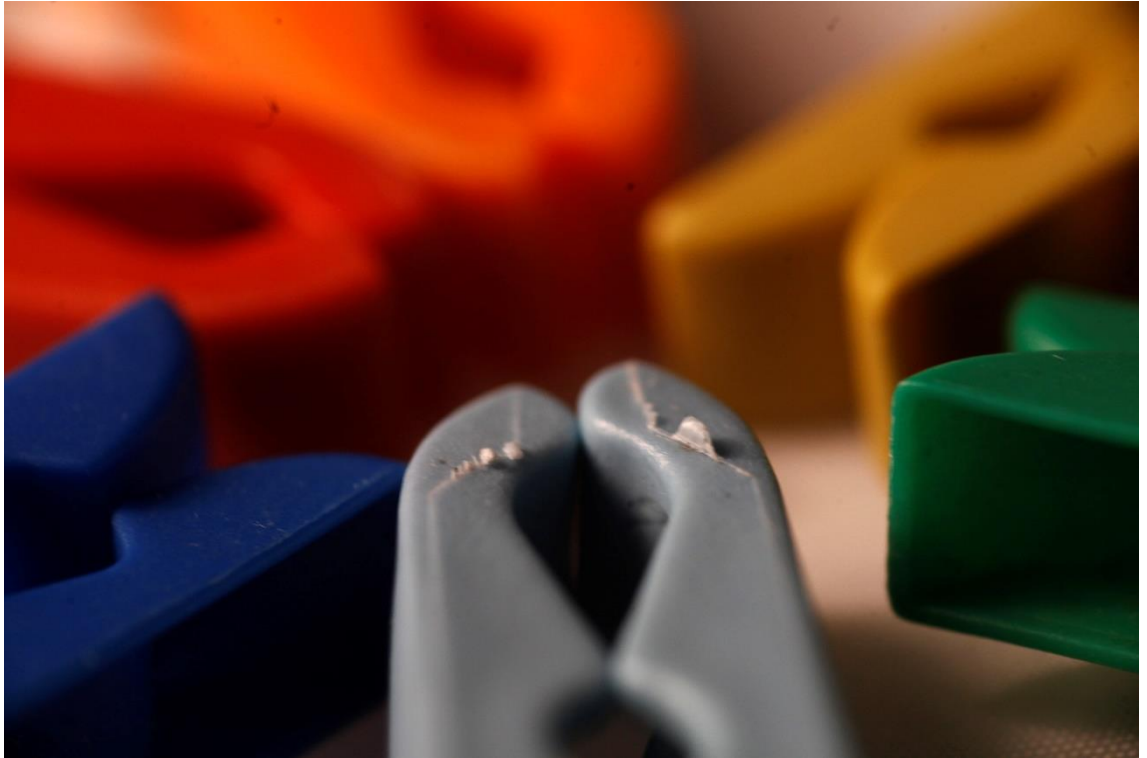
Sljedeća slika (slika 22) prikazuje fotografiju snimljenu pametnim telefonom Samsung Galaxy A5 na čiju je kameru postavljena tzv. *macro* leća. Ova fotografija dokazuje kako se pametnim telefonom, čak i s tzv. *macro* lećom, ne može postići vjerodostojna makrofotografija. Ono što je postignuto loša je verzija *close-up* fotografije što je vidljivo u nemogućnosti pravilnog izoštravanja motiva.



Slika 22: Uvećanje postignuto tzv. *macro* lećom na Samsung Galaxy A5 uređaju - *4 mm, 1/33s, f/1.9 ISO 50*

#### 4. REZULTATI

Rezultat ovog rada u nastavku je predstavljen kao usporedni prikaz snimljenih fotografija. Ono što je vidljivo i nedvojbeno u usporednom prikazu jest kako je makrofotografija jedino snimljena DSLR fotoaparatom *Canon EOS 5D Mark II* s objektivom *Voigtlander Macro Dynar AF 100 mm* i predlećom, dok su kompaktnim fotoaparatom i tzv. *macro* lećom postignute samo *close-up* fotografije, odnosno u slučaju leće ni to nije postignuto u pravom smislu.



Slika 23: Usporedni prikaz:

Motiv snimljen DSLR fotoaparatom *Canon EOS 5D Mark II* i objektivom *Voigtlander Macro Dynar AF* (*gore*), kompaktnim fotoaparatom (*dolje lijevo*) i tzv. *macro* lećom na Samsung Galaxy A5 pametnom telefonu (*dolje desno*)

## 5. ZAKLJUČAK

Makrofotografija tehnika je fotografiranja koja je sveprisutna u današnjem svijetu društvenih mreža. Ona zainteresira svakog čovjeka jer budi svijest o detaljima iz svakodnevnog okruženja, a koji se najčešće zbog užurbanog stila života, ne primjećuju ili im se ne pruža dovoljno pažnje. Upravo zato, ona prikazuje detalje ljudskog tijela, životinja, biljaka i predmeta u nekom drugom svijetlu i drukčijoj dimenziji od one koja je često prisutna.

Zbog stalnog razvoja tehnologije i društvenih mreža preko kojih se najčešće fotografije dijele, makrofotografijama često se nazivaju i fotografije koje to nisu. Ovim završnim radom pokušala sam prikazati razliku između takvih fotografija, ali i teorijski objasniti pojam makrofotografije, tehničke specifikacije i opremu potrebnu za snimanje. Kako bi jedan fotograf snimio kvalitetnu makrofotografiju koja pobuđuje emociju, osim tehničke potkovanosti, iskustva i rada koji moraju biti iza njega, vrlo je važno znati biti kreativan; misliti, osjetiti i uhvatiti trenutak.

Na snimanje kvalitetne makrofotografije uvijek utječe više faktora, kao što su to, primjerice, vremenske prilike i neprilike te doba dana, ali od velike važnosti je i spremnost fotografa da reagira u pravom trenutku.

Iz tih razloga, može se reći da je makrofotografija spoj dugogodišnjeg iskustva, truda i rada, ali i strpljivosti, upornosti i želje za napretkom.



## 6. LITERATURA

- [1] Petar Sabloli, Davor Žerjav, Kreativna makrofotografija, Čakovec: Fotoklub Čakovec, 2016..
- [2] D. Žerjav, »Osnove fotografije - foto priručnik za početnike u fotografiji,« 2009. [Mrežno]. Available: [http://os-fkrezme-os.skole.hr/upload/os-fkrezme-os/images/static3/887/attachment/osnove\\_fotografije.pdf](http://os-fkrezme-os.skole.hr/upload/os-fkrezme-os/images/static3/887/attachment/osnove_fotografije.pdf). [Pokušaj pristupa 10 kolovoz 2018].
- [3] T. Maričić, »Osnove klasične fotografije - Diplomski rad,« 2011.. [Mrežno]. Available:  
<http://www.mathos.unios.hr/~mdjumic/uploads/diplomski/MAR117.pdf>. [Pokušaj pristupa kolovoz 2018].